

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
HORNICKO-GEOLOGICKÁ FAKULTA
Institut environmentálního inženýrství

Monitoring chlorofylu a v řekách Moravskoslezského kraje

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Jiří Šimeček
Vedoucí práce: Mgr. Iva Melčáková Ph.D.

2013

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

Monitoring of the Chlorophyll a content in the Rivers of the Moravian-Silesian Region

BACHELOR'S THESIS

Author: Jiří Šimeček
Supervisor: Mgr. Iva Melčáková Ph.D.

2013

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Šimeček**
Studijní program: B2102 Nerostné suroviny
Studijní obor: 3904R005 Environmentální inženýrství
Téma: **Monitoring chlorofylu a v řekách Moravskoslezského kraje**
Monitoring of the Chlorophyll a content in the Rivers of the
Moravian-Silesian Region

Zásady pro vypracování:

1. Úvod.
2. Chlorofyl a v povrchových vodách.
3. Metody detekce chlorofylu a v povrchových vodách a jeho úloha v hodnocení jakosti vody.
4. Monitoring koncentrace chlorofylu a v řekách Moravskoslezského kraje.
5. Změny koncentrace chlorofylu a v řekách Moravskoslezského kraje.
6. Závěr a doporučení.

Seznam doporučené odborné literatury:


1. PITTER, Pavel. Hydrochemie. 4. aktualiz. vyd. Praha: VŠCHT, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
2. DESORTOVÁ, B. & PUNČOCHÁŘ, P. Variability of phytoplankton biomass in a lowland river: Response to climate conditions. Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters. Berlin: Akademie-Verlag, 2011, vol. 41, pp. 160-166..
3. VTEI: Vodohospodářské technicko-ekonomické informace. Praha: Vodní hospodářství, 2011, roč. 53. ISSN 0322-8916.
4. NEAL, C., HILTON, J., WADE, A.J., NEAL, M., WICKHAM., H. Chlorophyll-a in the rivers of eastern England. Science of The Total Environment. 2006, vol. 365, pp. 84-104.
5. ŽÁKOVÁ, Z. Změny trofického potenciálu a koncentrace chlorofylu a v řece Jihlavě a v nádržích Dalešice a Mohelno od jejich napuštění. Czech Phycology. 2002, vol. 2, pp. 115-124.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

ABSTRAKT

V této bakalářské práci se bude autor snažit čtenářům a ostatním lidem přiblížit situaci povrchových vod v Moravskoslezském kraji na základě stanovení chlorofylu a a koncentrace fosforu. Cílem práce je graficky znázornit výsledný stav toků za období od roku 2000 do roku 2008 a zjistit účinnost daného monitoringu.

Klíčová slova: chlorofyl a, řeky, trofie, eutrofizace, fosfor

ABSTRACT

In this work the author will try to readers and other people closer to the situation of the problem with the quality of surface waters in the Region based on the determination of the chlorophyll a and phosphorus concentrations. The aim is to graphically illustrate the outcome flows for the period from 2000 to 2008 and monitored to determine the effectiveness of the monitoring.

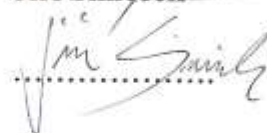
Keywords: chlorophyll a, rivers, eutrophication, trophy, phosporus

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu. Ve své programové aplikaci jsem použil modul pro transformaci vektorových dat mezi prostorovými referenčními systémy, vytvořený ing. Markétou Hanzlovou.
- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licenci. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2013

Jiří Šimeček

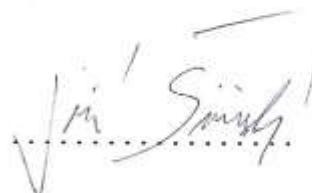


Poděkování

Rád bych poděkoval mé vedoucí práce Mgr. Ivě Melčákové, Ph.D. za pomoc při tvorbě této bakalářské práce, za její ochotu při spolupráci a v neposlední řadě i výdrž díky, které jsme to zvládli a dali všechno dohromady.

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval/a samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal/a, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Ostravě dne 30. 4. 2013.

Handwritten signature of Jiří Šimůnek in black ink, written over a dotted line.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický úřad
ČOV	Čistička odpadních vod
ČSN	Chráněné označení českých technických norem
N	Dusík
NADPH	Membránový komplex
Nm	Nanometr
OECD	Organisation for economic co-operation and development
P	Fosfor

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	CHLOROFYL A V POVRCHOVÝCH VODÁCH.....	13
2.1	Chlorofyl a	13
2.2	Trofie.....	14
2.2.1	Zdroje znečištění.....	14
2.2.2	Eutrofizace	15
	Fosfor.....	15
	Formy výskytu fosforu.....	15
2.2.3	Důsledky eutrofizace	16
3	METODY DETEKCE CHLOROFYLU A V POVRCHOVÝCH VODÁCH A JEHO ÚLOHA VE STANOVENÍ JAKOSTI VODY	17
4	MONITORING KONCENTRACE CHLOROFYLU A V ŘEKÁCH MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE	18
4.1	Monitoring.....	18
4.1.1	Vybrané profily.....	19
4.1.2	Lučina	20
4.1.3	Moravice	20
4.1.4	Morávka	21
4.1.5	Odra	21
4.1.6	Olešná	21
4.1.7	Olše	22
4.1.8	Opava	22
4.1.9	Ostravice	22
4.1.10	Stonávka.....	22
5	ZMĚNY KONCENTRACE CHLOROFYLU A V ŘEKÁCH MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE	23
5.1	Porovnání koncentrací chlorofylu a a fosforu	23
5.1.1	Lučina	23
5.1.2	Moravice	25
5.1.3	Morávka	28
5.1.4	Odra	30
5.1.5	Olešná	33
5.1.6	Olše	35

5.1.7	Opava	38
5.1.8	Ostravice	41
5.1.9	Stonávka.....	44
5.2	Výsledné mapy	47
5.2.1	2000 – 2001 Chlorofyl a	49
5.2.2	2000 – 2001 Fosfor	50
5.2.3	2002 – 2003 Chlorofyl a	51
5.2.4	2002 – 2003 Fosfor	52
5.2.5	2004 – 2005 Chlorofyl a	53
5.2.6	2004 – 2005 Fosfor	54
5.2.7	2006 – 2008 Chlorofyl a	55
5.2.8	2006 – 2008 Fosfor	56
6	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ	57
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	58
	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
	SEZNAM TABULEK.....	61
	SEZNAM GRAFŮ	62

1 ÚVOD

S rozvojem ekonomiky a technologie, roste velké množství látek, které lidská společnost produkuje a které svou stavbou a účinky ovlivňují kvalitu životního prostředí. Nemusejí mít zrovna toxický charakter, aniž by neovlivnily koloběh látek v přírodě, ale podporují jiné látky v rozvoji negativních vlivů. Mezi tyto látky patří nutrienty (živiny), které v přiměřené koncentraci jsou neškodné, ale s nárůstem koncentrace v povrchových vodách zvyšují jejich trofii – úživnost. Při nadměrné úživnosti hovoříme o „zamoření živinami“ – eutrofizace. I když se jedná o přirozený proces, který ve značné míře ovlivňuje kvalitu vody, změny vodního ekosystému a ekologickou stabilitu vodního prostředí, masovým nárůstem sinic a řas, nejde tento problém hodit za hlavu a nevěnovat mu větší pozornost[1,2]. Eutrofizaci postihuje především stojaté vody s malým průtokem, ale v poslední době se rozšiřuje i do povrchových vod poblíž velkých měst s vysokou atmosférickou depozicí a kolem obdělávaných polí, díky splachu hnojiv a v neposlední řadě i kolem čističek odpadních vod, které nedokáží účinně odbourat nežádoucí živiny, které podporují eutrofizaci. Obsah práce se zaměřil na nejvýznamnější řeky v Moravskoslezském kraji, které na svém toku ovlivňuje přirozené nebo antropogenní znečištění, vyjmenovány o pár řádků výše a v jak velké míře tok ovlivňuje. Chlorofyl a, celkový fosfor a celkový dusík jakožto limitující prvky eutrofizace byly vybrány k objasnění stavu jakosti. Data koncentrací, na základě jejich stanovování, byla použita ze stránek českého hydrometeorologického ústavu (www.chmi.cz). Kvůli omezenému počtu dat se sledovalo období od roku 2000 do roku 2008.

Základy trvale udržitelného rozvoje jsou známy již od prvních civilizací, které nám dokládá toto asijské přísloví „Kdo jí ovoce má myslet na ty, kdo vypěstoval ovocné stromy. Kdo pije vodu, má myslet na pramen“. [3]

Cílem této práce je zjistit, jestli je monitoring dostatečný, jak často a zda se chlorofyl a a celkový fosfor na vybraných lokalitách stanovují, a kdo se tím zabývá. Dále se budou porovnávat jednotlivé toky (Lučina, Moravice, Morávka, Odra, Olešná, Olše, Opava, Ostravice a Stonávka) mezi sebou podle bodů znečištění, a jestli tyto toky přímo nebo nepřímo ovlivňují. Pomocí komentářů u vypracovaných grafů za celkové období jednotlivých profilů se práce pokusí odůvodnit naměřené koncentrace a období největšího nárůstu. Práce také projednává, zda je monitoring dostatečný nebo je potřeba ho zvýšit, snížit nebo se zaměřit na jiné profily, kde by eutrofizace mohla probíhat. Výsledkem celé

této práce budou jednotlivé mapky znázorňující jakost zdejších řek pomocí chlorofylu a a fosforu podle aplikace ČSN 75 7221 a OECD (2000) a navzájem mezi sebou porovnány.

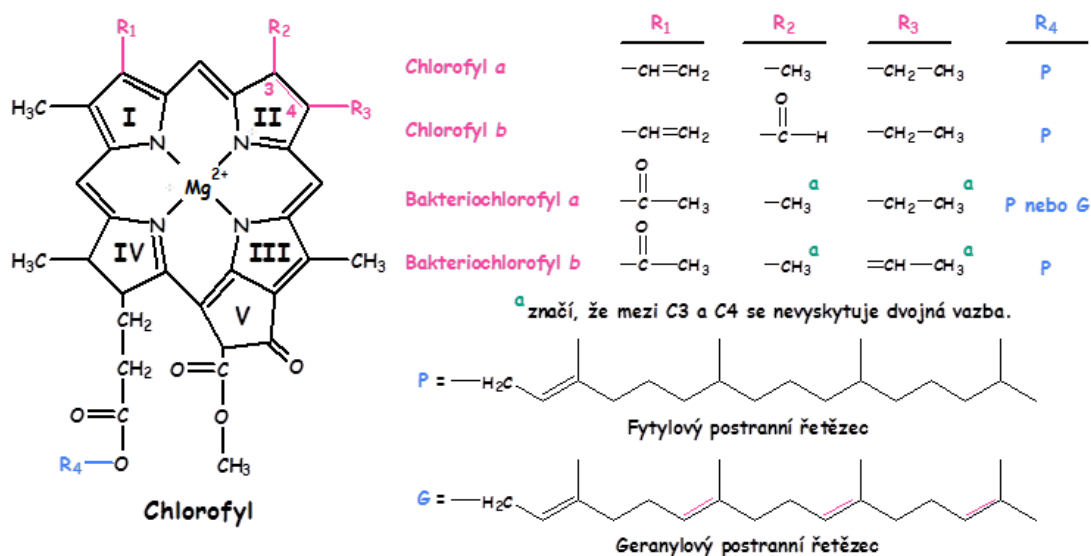
2 CHLOROFYL A V POVRCHOVÝCH VODÁCH

2.1 Chlorofyl a

Chlorofyl je zelená látka obsažena v listech a v zelených částech rostlin. Zpočátku bylo předpokládáno, že chlorofyl je jen samotná látka, toto odvrátil Stokes, který extrahoval chlorofyl z listu a poté provedl spektroskopii a zjistil přítomnost dvou látek- chlorofylu a a chlorofylu b[4].

Chlorofyl je tetrapyrrol s centrálním atomem Mg^{2+} . Hlavní formy chlorofylu u rostlin a cyanobakterií jsou chlorofyl a a chlorofyl b. U fotosyntetizujících bakterií se nacházejí bakteriochlorofyl a a bakteriochlorofyl b. Chlorofyly jsou konjugované sloučeniny, které absorbují sluneční světlo. Nejdůležitějším významem chlorofylu, je tedy jeho účast při fotosyntéze. Je schopen usměrňovat sluneční energii na energii chemickou, kdy se energie absorbována z chlorofylu transformuje na oxid uhličitý a vodu za vzniku sacharidu a kyslíku[4]. I nepatrný rozdíl ve struktuře znamená odlišné spektrum, při kterém se aktivují. Jsou součástí fotosystému I a II. Fotosystém I absorbuje světlo o vlnové délce kratší než 700 nm (vytváří se NADPH). Fotosystém II absorbuje světlo o vlnové délce kratší než 680 nm.[5]

Každá skupina organismů sorbuje jinou vlnovou délku a používá i odlišný druh chlorofylu. Dále se používá při stanovení trofie povrchových a stojatých vod. Spolu s fosforem patří mezi limitní prvky při procesu eutrofizace. Chlorofyl a a fosfor se vyskytují ve formě biomasy, která se v tocích a nádržích vyskytuje a podle jejich koncentrace uvádíme i míru eutrofizace[2,6].



Obrázek 1 Struktura chlorofylu, zdroj [5].

2.2 Trofie

Jinými slovy také úživnost a podle stupně trofie značíme celkový obsah živin vyskytující se ve vodě. Podle množství fosforu lze rozlišit vody na ultra- oligotrofní, oligotrofní, mesotrofní, eutrofní a hypertrofní. Oligotrofní vody – málo úživné, málo nutrientů, poměrně malé zastoupení rostlinných a živočišných druhů. Eutrofní vody – nutričně velmi bohaté avšak ideální jen pro určitý druh organismů, který se pak nekontrolovaně množí[2].

2.2.1 Zdroje znečištění

U povrchových vod máme 4 druhy znečištění. Bodové, plošné, difúzní a tepelné. Mezi bodové znečištění patří odpadní vody z městských čistíren (dále jen ČOV) a přímé vstupy průmyslové, městské a dešťové kanalizace, které jsou přiváděny do vodního útvaru soustředěně a je možné zjišťovat jeho kvalitu a kvantitu. Plošné zdroje nám zahrnují splachy z okolní půdy, především zemědělsky obdělávané a atmosférickou depozici. K difúzním zdrojům je třeba říct, že to je soubor více bodových zdrojů stejného zaměření rozptýlených na větším území. [1,6]

Tepelné znečištění je způsobeno nadměrným přívodem tepla do vodního útvaru a způsobuje snížení rozpustnosti kyslíku ve vodě, zrychlení biochemických procesů a má negativní účinky na vodní organismy a celý ekosystém. [2,6]

Teplota vody má velký význam při eutrofizaci vod. Pomáhá k masovému nárůstu vodního květu sinic či vegetačního zbarvení, tvořeného zelenými řasami nebo rozsivkami, případně některými druhy vyšších rostlin. [2]

2.2.2 Eutrofizace

Je obecně chápána jako nadprodukce biomasy řas a vodních rostlin výsledkem trvale vysokého přísunu živin, zejména dusíku a fosforu, z povodí [7].

S postupujícím prosazováním ekologických hledisek při hodnocení kvality vodního prostředí, může být eutrofizace charakterizována jako „*složité jevy vyvolané přebytkem živin v prostředí, jehož důsledkem je narušení ekologických procesů, které má zásadní negativní vliv na kvalitu, biodiverzitu a udržitelné využívání vody*“ [8].

Fosfor

Jedná se o biogenní prvek, který ovlivňuje primární produkci zelených rostlin [5]. V přírodě ho lze nalézt ve formě minerálů (apatit, variscit, atd.) a ve vodách vyluhováním z některých půd a zvětralých hornin. Antropogenním zdrojem jsou prací a čisticí prostředky a některé fosforečné hnojiva. Významným bodovým zdrojem jsou velkochovy hospodářských zvířat, ve kterých se fosfor vyskytuje ve formě živočišného odpadu. Zdrojem organického fosforu je také rozkládající se biomasa fytoplanktonu na dně toků a jezer. Fosfor se také může do povrchových vod dostat i atmosférickou depozicí (trus ptáků, pylu, ...). **Fosfor má klíčový význam pro eutrofizaci povrchových vod** [6].

Formy výskytu fosforu

Nejvýznamnější formou pro stanovení eutrofizace se používá celkový fosfor. Ten se dělí na rozpuštěný (P_{rozp}) a nerozpuštěný (P_{nerozp}). Rozpuštěný a nerozpuštěný fosfor se dále dělí na anorganicky vázaný (P_{anorg}) a organicky vázaný (P_{org}). Rozpuštěný anorganický vázaný se dělí na orthofosforečnanový (P_{ortho}) a polyfosforečnanový (P_{poly}). Celkový fosfor se stanovuje po mineralizaci vzorku vody peroxodisíranem nebo směsí kyseliny sírové a kyseliny dusičné za varu [6].

2.2.3 Důsledky eutrofizace

Nastává v období letních měsíců, kdy je dostatek světla a tepla. Jedním z důsledků je pak snížená samočistící schopnost řek. Řasy a sinice se shromažďují u hladiny a zabraňují pronikání slunečního záření do větších hloubek. Citlivější organismy a organismy u dna hynou a jejich místo zaujímají organismy odolnější, které se poté taky přemnoží a způsobují nevratné změny v ekosystému. Čím více narůstá produktivita či biomasa, tím klesá i biodiverzita toku. Mezi další negativní faktory poté řadíme i narušení kyslíkového režimu v důsledku zvýšeného výskytu řas a sinic, dále pak jejich rozkladem. Zvýšený obsah fosforečnanů ve vodách působí komplikaci zejména vodárnám, zhoršují upravitelnost vody. Způsobuje závažný problém v našich podmínkách, kdy zhruba 60% zdrojů pitné vody je získáváno z povrchových zdrojů[2]. Některé druhy sinic produkují řadu toxických látek, které mohou u dětí, starších osob a citlivějších jedinců vyvolat kožní vyrážky, otoky a záněty spojivek[9].

3 METODY DETEKCE CHLOROFYLU A V POVRCHOVÝCH VODÁCH A JEHO ÚLOHA VE STANOVENÍ JAKOSTI VODY

Ke stanovení chlorofylu a se používá metoda spektrofotometrického stanovení chlorofylu a ČSN ISO 10260. [10,11]

Chlorofyl a se používá pro hodnocení úrovně eutrofizace povrchových vod. Je používán jako měřítko přítomné biomasy autotrofních mikroorganismů (fytoplanktonu)[2].

Hodnocení znečištění tekoucích vod z hlediska živin vychází v ČR z aplikace ČSN 75 7221[12]. Provádí se na základě výpočtu charakteristické hodnoty, tj. hodnoty s pravděpodobností nepřekročení 90 %. Hodnota se pak porovná s mezními hodnotami tříd jakosti (I = neznečištěná voda, II = mírně znečištěná voda, III = znečištěná voda, IV = silně znečištěná voda, V = velmi silně znečištěná voda) pro hodnocené ukazatele. Souhrnným výstupem jsou pak mapy znázorňující jakost vod na základě daného monitoringu[2].

Podle aplikace OECD (Organisation for economic co-operation and development) z roku 2000 se jakost vod rozděluje do pěti klasifikačních tříd, ve kterých se přímo v názvu odráží úroveň eutrofizace (I = ultra – oligotrofní, II = oligotrofní, III = mesotrofní, IV = eutrofní a V = hypertrofní)[2]

Tabulka 1 Mezní hodnoty evropské a české normy, zdroj[2,12].

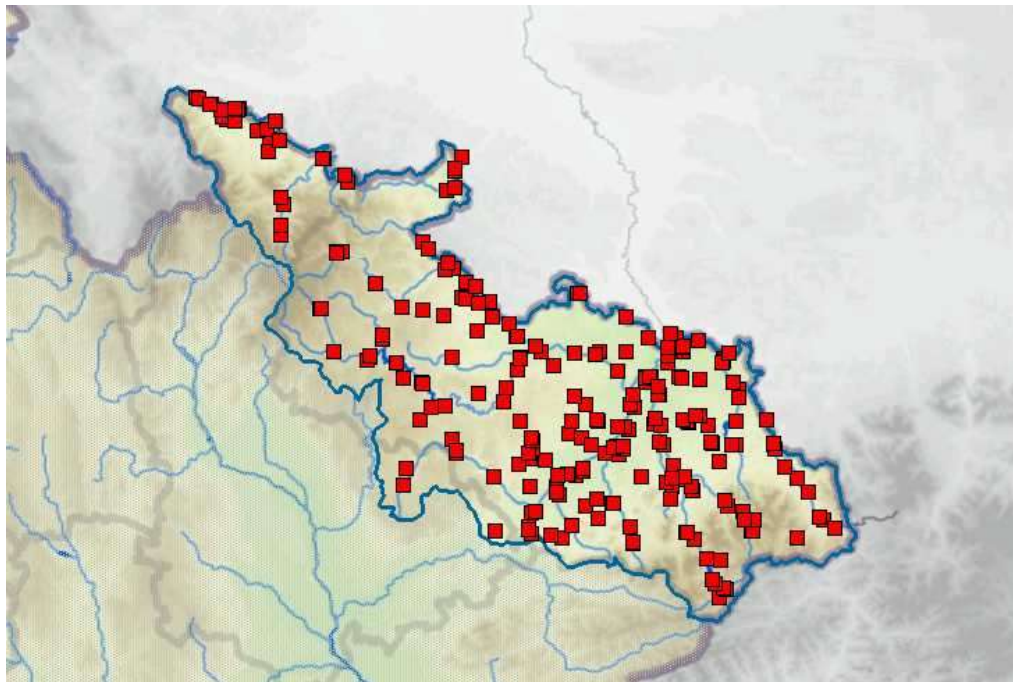
ČSN 75 7221	Chl. a (µg/l)	OECD (2000)
<10	Neznečištěná voda	<1
<25	Mírně znečištěná voda	<2,5
<50	Znečištěná voda	2,5- 8
<100	Silně znečištěná voda	8-25
>100	Velmi silně znečištěná voda	>25
ČSN 75 7221	P (mg/l)	OECD (2000)
<0,05	Ultra- oligotrofní	<0,004
<0,15	Oligotrofní	<0,01
<0,4	Mesotrofní	0,01-0,035
<1	Eutrofní	0,35-0,1
>1	Hypertrofní	>0,1

4 MONITORING KONCENTRACE CHLOROFYLU A V ŘEKÁCH MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

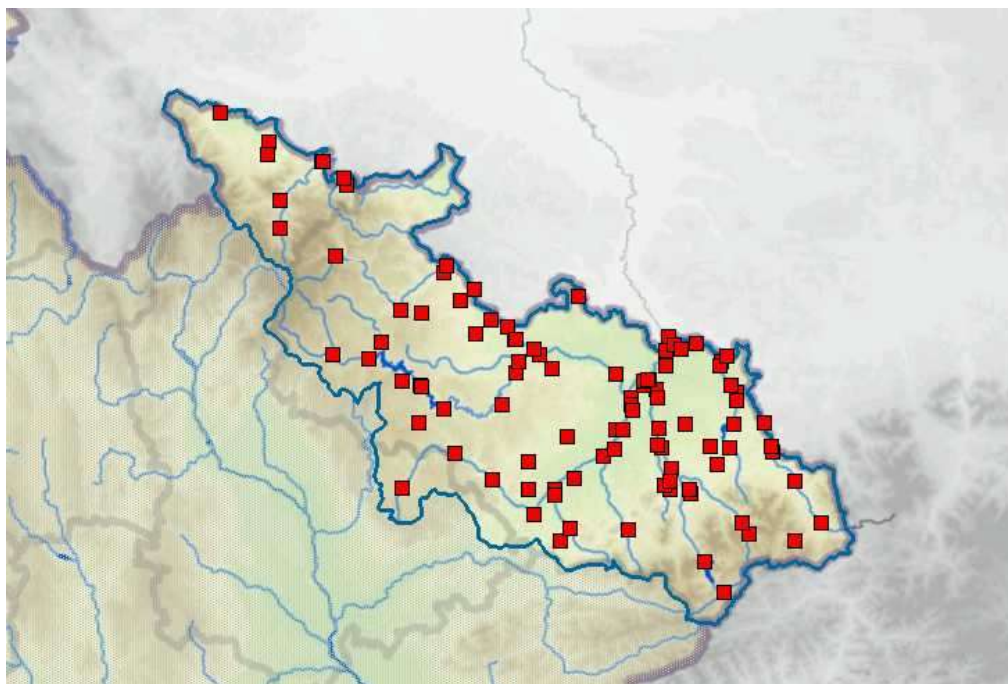
Tato kapitola pojednává o tom, jak funguje monitoring chlorofylu a v Moravskoslezském kraji, kdo ho obstarává a odkud se sbíraly data, která se posléze zapsala do tabulek a později vynesla do grafů a zakreslila do mapek. Spolu s chlorofylem a se monitoroval i celkový fosfor a celkový dusík. Jelikož podíl N:P byl větší než 16, klíčový faktor eutrofizace je fosfor, tudíž dále pracuji jen s chlorofylem a a fosforem[6]. Podle dostupnosti dat, které jsem získal, bylo monitorovací období od roku 2000 do roku 2008.

4.1 Monitoring

Monitoring řek v Moravskoslezském kraji obstarává Povodí Odry a Český hydrometeorologický ústav[13]. Na obrázku č. 1 vidíme, monitoring celkového fosforu a na obrázku č. 2 monitoring chlorofylu a. Na první pohled pozorujeme, jak velký rozdíl mezi oběma parametry v monitoringu jsou, i když jsou stejně důležité.



Obrázek 2 Monitoring fosforu, zdroj [13].



Obrázek 3 Monitoring chlorofylu a, zdroj [13].

4.1.1 Vybrané profily

Data, se kterými se pracovalo, byla získána ze stránek ČHMÚ z portálu IS ARROW[13]. Profily byly vybrány tak, aby na každém z nich byl monitorován chlorofyl a a zároveň i celkový fosfor. Bylo zvoleno 9 nejdůležitějších řek a na každé z nich od 1 do 4 profilů podle dostupnosti a tak, aby se zmapoval celý úsek toku. Dalším důvodem byla také antropogenní činnost člověka v lokalitě (ČOV, předpokládané splachy z polí, vodní díla atd.). Na obrázku č. 3 je znázorněno 28 monitorovaných profilů za období od roku 2000 do 2008. Červeně jsou označeny ČOV a černě monitorované profily.

4.1.4 Morávka

Jediným větším možným bodovým zdrojem znečištění, který se na řece nachází, je přehrada Morávka. Slouží jako zásobárna pitné vody pro okolí, takže můžeme říci, že je nadprůměrně hlídána, tím pádem i koncentrace stanovovaných prvků zde bude malá a také polohou přehrady, která je vybudována u pramene[15].

Sledovaný profil - pod nádrží Morávka.

4.1.5 Odra

Nejvýznamnější řeka kraje, která ústí do Baltského moře. Pramení v Oderských vrších, vtéká do Chráněné krajinné oblasti (dále jen CHKO) a od horního okraje Ostravy po Bohumín protéká silně industrializovanou krajinou[15], která silně ovlivňuje tok.

Sledované profily - Jakubčovice, Svinov, Petřkovice a Bohumín.

4.1.6 Olešná

Řeka, která protéká přehradou Olešná a vlévá se do Ostravice. Přehrada Olešná už dlouhou dobu trpí eutrofizací, z důvodů dlouhodobého znečišťování říčky Olešné splaškovými vodami a intenzivním zemědělstvím. To zapříčinilo každoroční nárůst živin v letních měsících a také ovlivnění toku zvýšením obsahu nutrientů a tím i její znečištění[16].

Sledované profily – Pod přehradou Olešná, u ústí do Ostravice

4.1.7 Olše

Pramení v Polsku, ve střední trati v prostoru Karvinska je v posledních 20 letech postihována vlivy poddolování. Protéká průmyslovou oblastí Třinecka a ústí v Bohumíně do řeky Odry[15].

Sledované profily – Třinec, Český Těšín, Věrnovice a ústí do Odry.

4.1.8 Opava

Patří k nejdelším tokům v povodí (130 km). Na středním toku od Krnova po Opavu tvoří státní hranici mezi ČR a Polskem. Dolní úsek řeky byl dříve zemědělsky využíván[15].

Sledované profily – Krnov, Opava, Děhylov a Ostrava Třebovice.

4.1.9 Ostravice

Nejvíce dotčený tok, co se týče častými úpravami koryta a hutním průmyslem v okolí toku (Důl Paskov, Sviadnov – poddolování). Na horním toku je vybudována druhá největší nádrž povodí – přehrada Šance. Protéká Frýdlantem a Frýdkem- Místkem, ve kterých stojí i ČOV. Pramení v Beskydech a ústí v Ostravě do Odry[15].

Sledované profily – pod nádrží Šance, Lískovec, Paskov a ústí do Odry.

4.1.10 Stonávka

Další v řadě řek, které mají na svém toku nádrž. U Stonávky se jedná o nádrž- přehrada Těrlicko. Těrlicku slouží k zásobování průmyslových podniků užitkovou vodou a také k rekreaci. Stonávka protéká městem Stonava a vlévá se v Karvině do Olše, oblasti značně člověkem ovlivněné díky hutnímu průmyslu[17].

Sledované profily – pod přehradou Těrlicko, Stonava a ústí do Olše.

5 ZMĚNY KONCENTRACE CHLOROFYLU a V ŘEKÁCH MORAVSKOSLEZSKÉHO KRAJE

Pomocí dat byly vytvořeny grafy zaznamenávající průběh naměřených koncentrací celkového fosforu a chlorofylu a od roku 2000 do roku 2008 a nakonec mapky, které názorně vysvětlí jakost řek porovnané mezi sebou podle mezních hodnot aplikací ČSN 75 7221 a OECD (2000).

Grafy byly v práci vytvořeny v programu Microsoft Excell a počet vložených dat přesáhl číslo 10 000.

5.1 Porovnání koncentrací chlorofylu a a fosforu

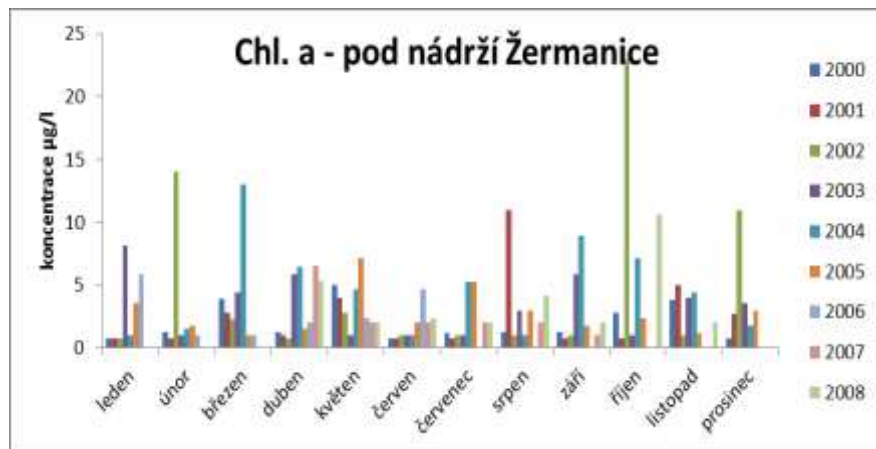
5.1.1 Lučina

Chlorofyl a

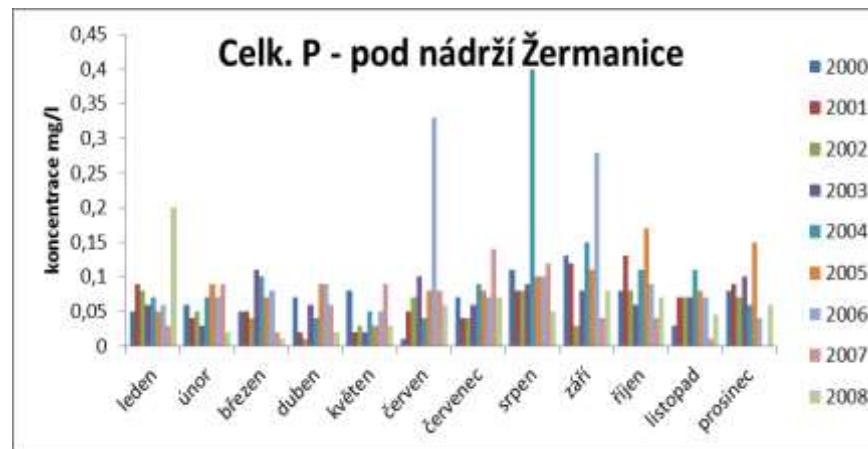
Když si rozebereme oba dva profily, můžeme usoudit, že koncentrace chlorofylu a byla v roce 2002 velmi vysoká. Co nás, ale zajímá víc, je vysoká koncentrace chlorofylu a v únoru a březnu, u kterého to není běžné kvůli nízkým teplotám. Bohužel teplotu v obou měsících neznám a nebylo možné ji dohledat. Co se týče monitoringu, je dostatečný a chlorofyl a se měřil pravidelně všech 9 let.

Fosfor

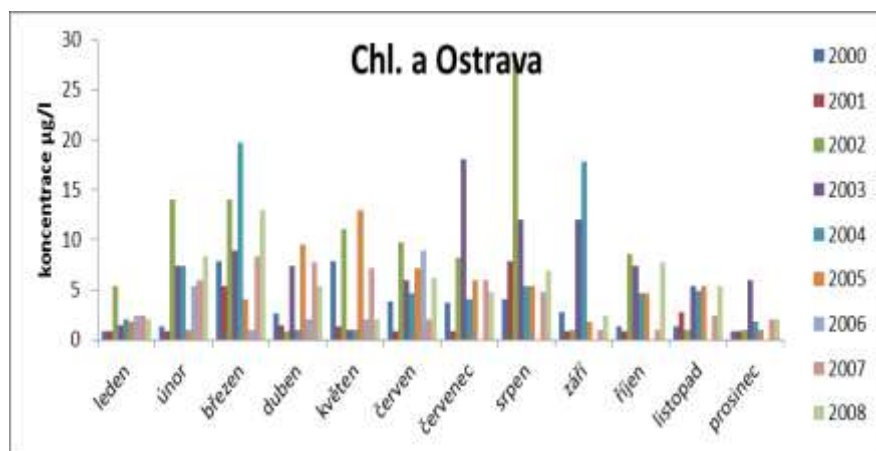
Oproti chlorofylu a jsou koncentrace fosforu o dost vyšší, a proto jen málo profilů splňuje normy. Na profilu pod přehradou Žermanice jsou koncentrace nejvyšší v roce 2004 a 2006. V dalších letech jsou koncentrace mírně zvýšené, naopak u profilu ústí do Ostravice jsou hodnoty dvakrát větší a v roce 2002 hodnota dosahuje 10 násobku. Příčinou se zdá být ČOV Havířov, která se nachází přibližně v půlce toku a ovlivňuje jej. Monitoring je dostačující a kvalitní.



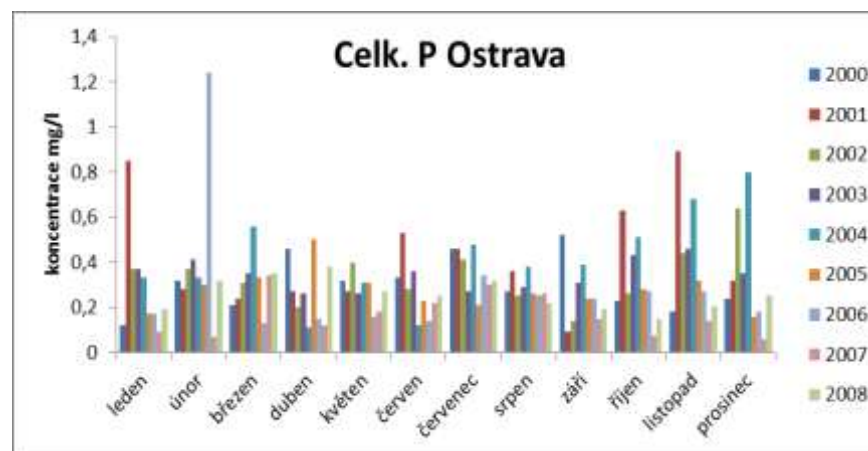
Graf č. 1 Chlorofyl a – pod nádrží Žermanice (zdroj autor).



Graf č. 2 Fosfor – pod nádrží Žermanice (zdroj autor).



Graf č. 3 Chlorofyl a - Ostrava (zdroj autor).



Graf č. 4 Fosfor - Ostrava (zdroj autor).

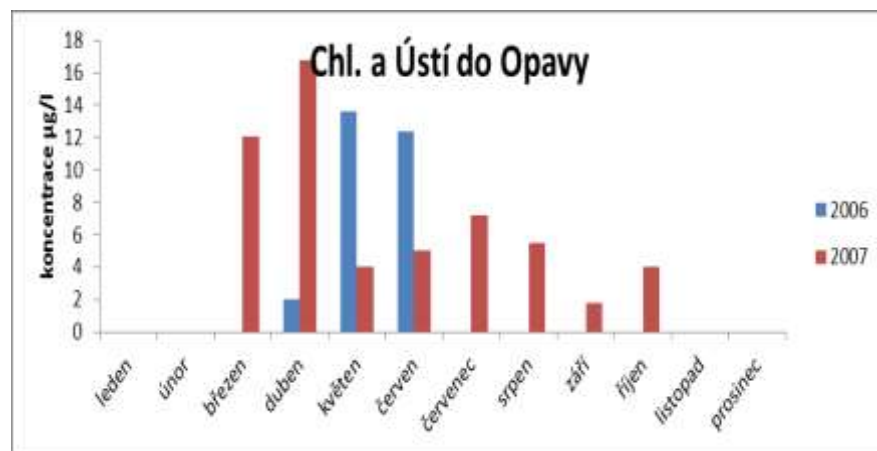
5.1.2 Moravice

Chlorofyl a

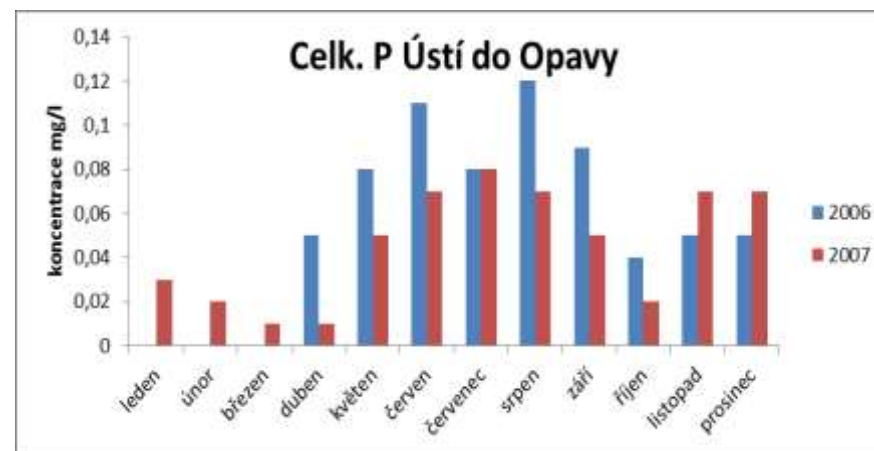
I u Moravice byl nejvýraznější rok 2002, kde byla naměřena pravidelná vysoká koncentrace chlorofylu a. U obou přehrad, jak Kružberku, tak Slezské Harty pozorujeme zvýšenou koncentraci chlorofylu a i v zimním období, zapříčiněno vysokou teplotou jako u Lučiny (str. 23), pravděpodobně nezvykle zvýšenou teplotou v tomto ročním období. Celkové monitorované období zahrnuje oba profily pod přehradami, u Branek a ústí do Opavy. Monitoring je nedostatečný, podle normy by se měl chlorofyl a stanovovat 6 měsíců a u roku 2006 vidíme u ústí jen tři a u Branek čtyři měsíce.

Fosfor

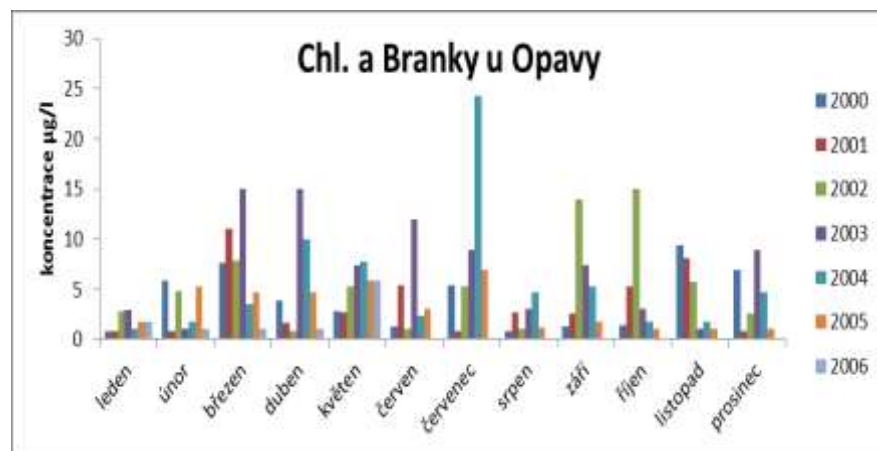
Kritickým rokem je rok 2005, kdy byla naměřena vysoká hodnota fosforu a rok 2007, kdy byla u obou dvou přehrad naměřená vysoká koncentrace fosforu. I když se jedná o oblast zasaženou zemědělstvím, nemá to vliv na řeku Moravici a její tok. Monitoring je dostačující a kvalitní, jen u ústí do Opavy stejně jako u chlorofylu a se měřilo jen dva roky a v roce 2006 vynechali první 3 měsíce.



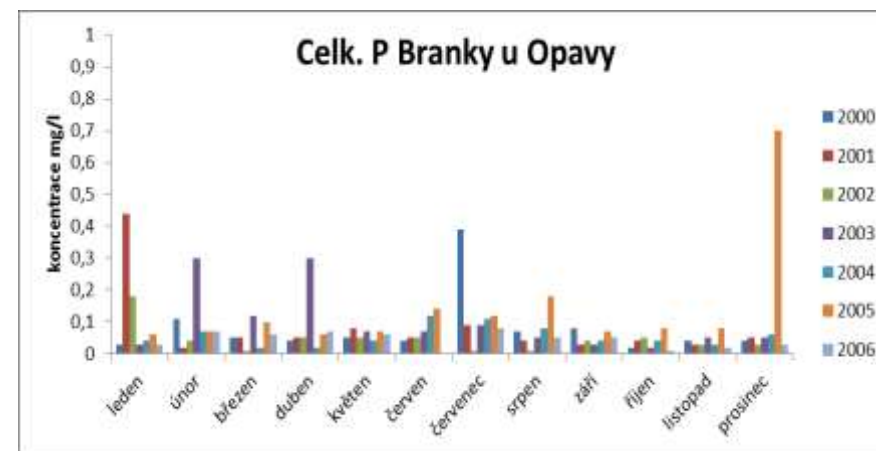
Graf č. 5 Chlorofyl a – Ústí do Opavy (zdroj autor).



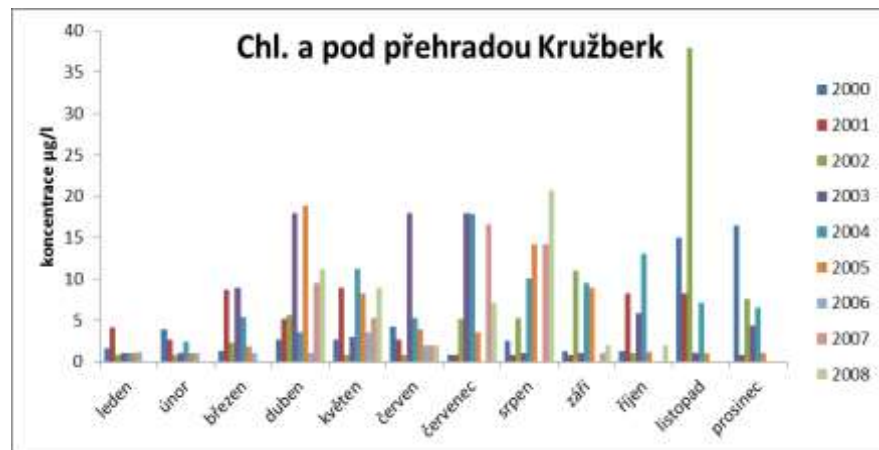
Graf č. 6 Fosfor – Ústí do Opavy (zdroj autor).



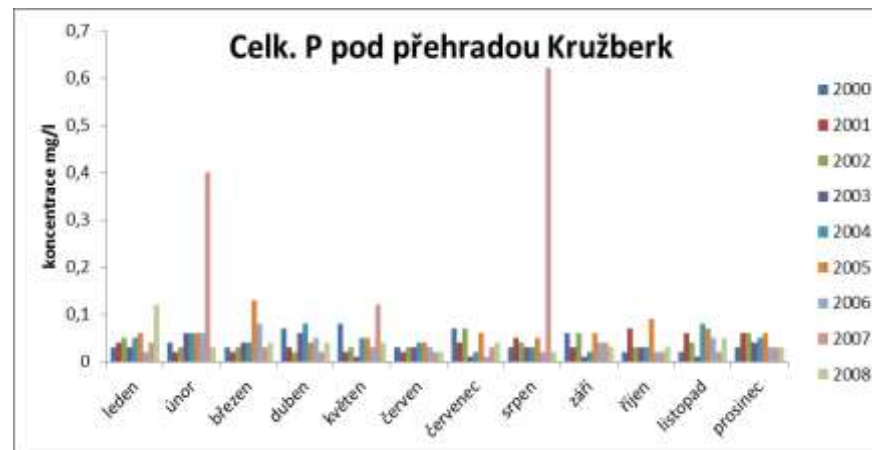
Graf č. 7 Chlorofyl a – Branky u Opavy (zdroj autor).



Graf č. 8 Fosfor – Branky u Opavy (zdroj autor).



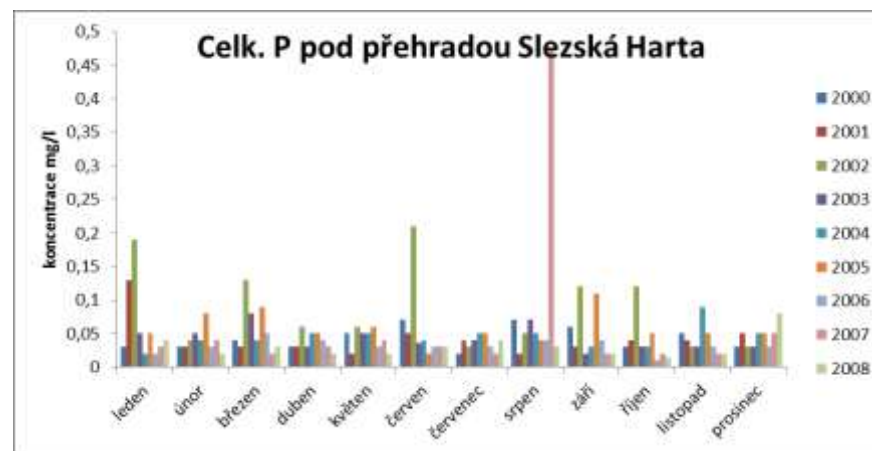
Graf č. 9 Chlorofyl a – pod přehradou Kružberk (zdroj autor).



Graf č. 10 Fosfor – pod přehradou Kružberk (zdroj autor).



Graf č. 11 Chlorofyl a – pod přehradou Slezská Harta (zdroj autor).



Graf č. 12 Fosfor – pod přehradou Slezská Harta (zdroj autor).

5.1.3 Morávka

Chlorofyl a

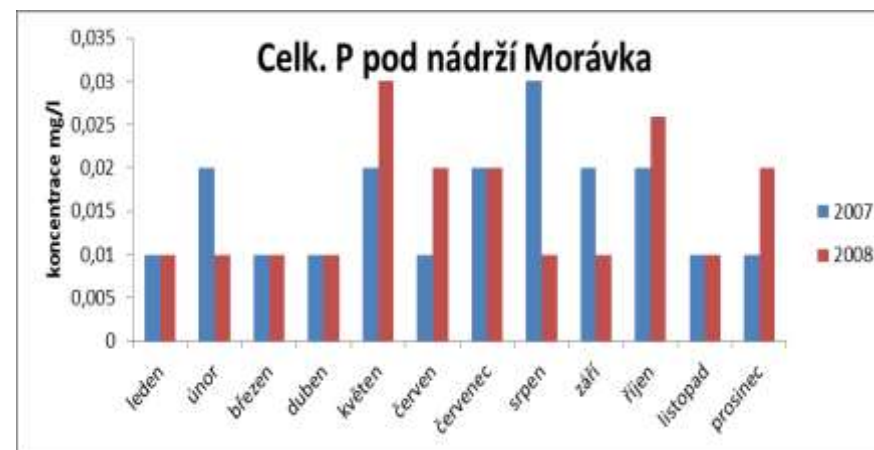
Na řece Morávce jsem vybral jen jeden profil pod nádrží Morávka. Monitoring proběhl kvalitně. Oba dva roky jsou monitorovány 6 měsíců podle normy, bohužel se na tomto profilu stanovoval chlorofyl a jen v roce 2007 a 2008, kvůli dlouhodobé opravě od roku 1997 do roku 2000, kdy byla v roce 1997 poškozena povodněmi, které zasáhly celý kraj. Grafy ukazují obvyklé koncentrace, co se týče profilů u vodních děl (Šance str. 41, Těrlicko str. 44, Moravice str. 25). Tento profil patří mezi ty jakostně nejkvalitnější.

Fosfor

Profil pod nádrží Morávka je ze všech profilů hodnocených podle koncentrace celkového fosforu na tom nejlépe. Podle ČSN je jakostně na stupni 1 a podle OECD na 3. Monitoring probíhal jen ve dvou letech 2007 a 2008 kvůli opravě přehrady.



Graf č. 5 Chlorofyl a – pod nádrží Morávka (zdroj autor).



Graf č. 14 Fosfor – pod nádrží Morávka (zdroj autor).

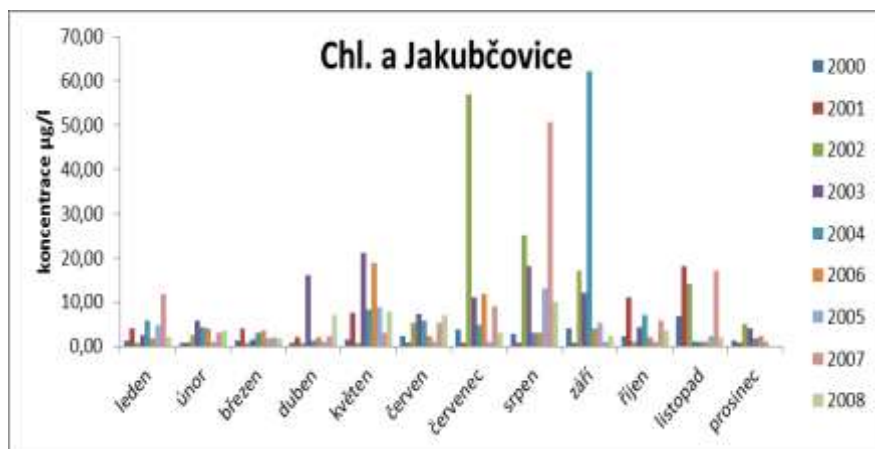
5.1.4 Odra

Chlorofyl a

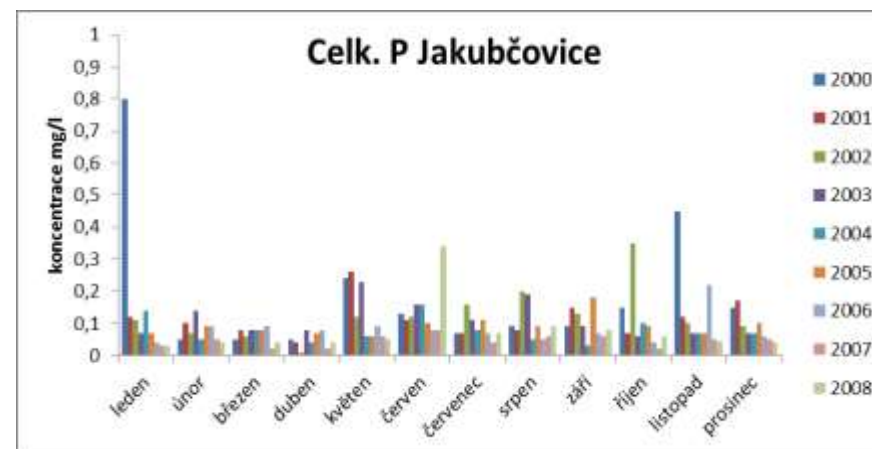
Za nejrizikovější rok podle výsledných hodnot je považován rok 2007 a to konkrétně na profilu Svinov, kde hodnota koncentrace se vyšplhala až k trojnásobnému zvýšení hodnoty, která určuje silně znečištěnou vodu. Bylo to zapříčiněno nízkou hodnotou průtoku v těchto měsících[18]. Celkově hodnoty od Svinova až po Bohumín patří mezi ty nejhorší. Profil Jakubčovice jeví sice zvýšenou koncentraci, ale to bude zřejmě díky vysokým teplotám v letním období, ale neovlivnilo to tak razantně, jako ostatní profily. Další příčinou tohoto jevu může být pomalý průtok Odry protékající průmyslovou oblastí Ostravy. Monitoring je dostatečný a kvalitní, ale zaslouží si zvýšenou pozornost, kvůli vysoké eutrofizaci řeky.

Fosfor

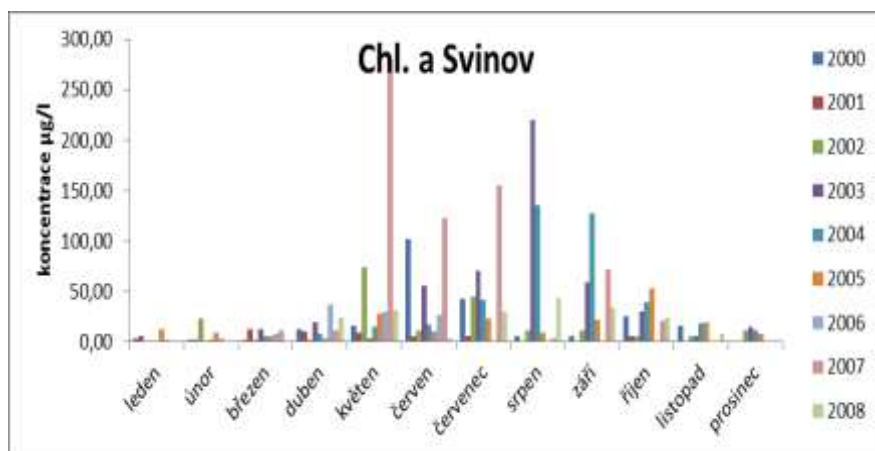
Stejně jako u chlorofylu a tak i koncentrace fosforu je na profilech Odry vysoká. Zde je rizikový rok 2000 a 2007, kdy koncentrace šplhají až k 1 mg/l. Co se týče profilu Jakubčovice, zde by příčinou mohlo být zemědělství. Od Svinova po Bohumín je příčinou průmyslová oblast (potravinářský a textilní průmysl) a velký vliv antropogenní činnosti spolu s nedokonalým čištěním odpadních vod. Monitoring je na profilech Odry dostačující a kvalitní. Zaslouhuje větší pozornost.



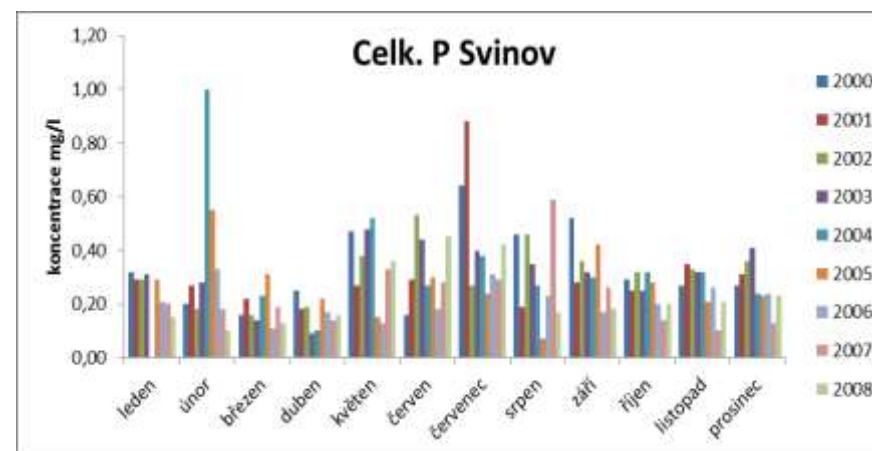
Graf č. 6 Chlorofyl a – Jakubčovice (zdroj autor).



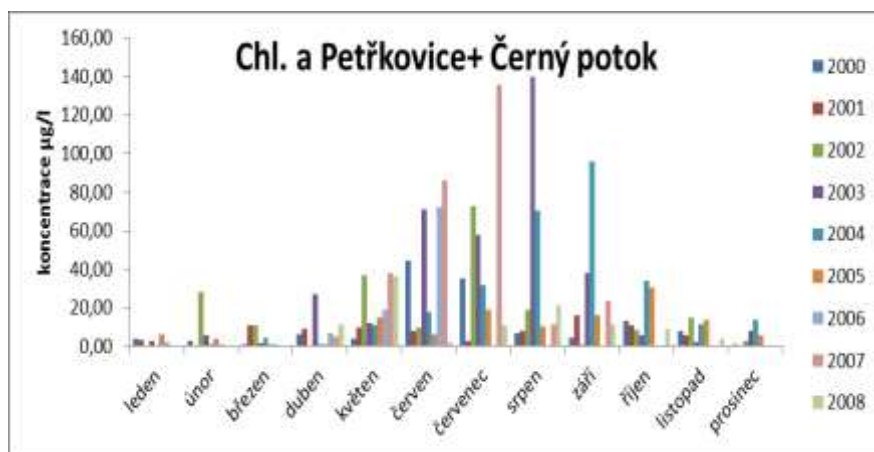
Graf č. 7 Fosfor – Jakubčovice (zdroj autor).



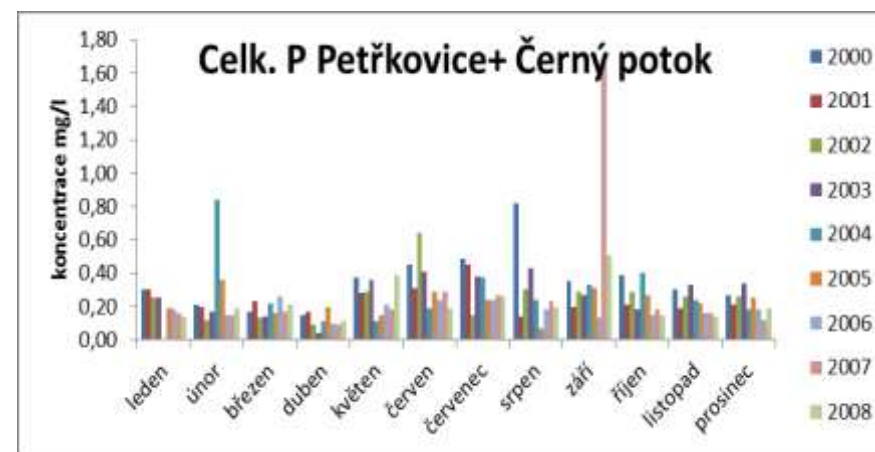
Graf č. 8 Chlorofyl a – Svinov (zdroj autor).



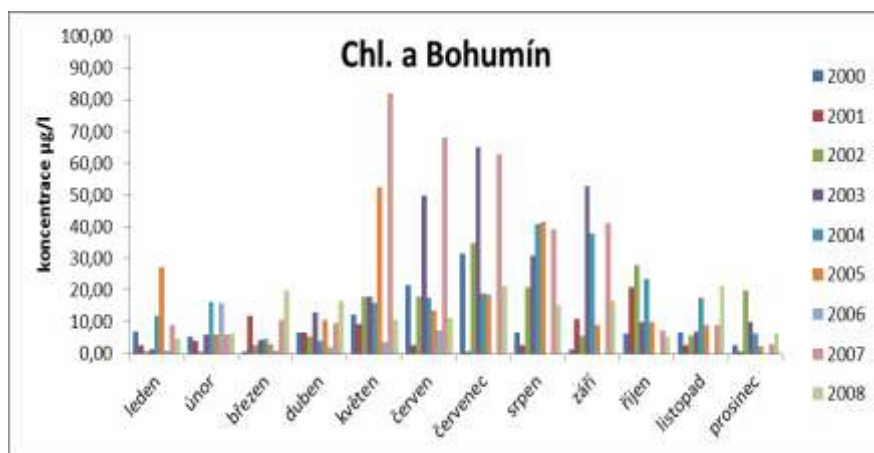
Graf č. 9 Fosfor – Svinov (zdroj autor).



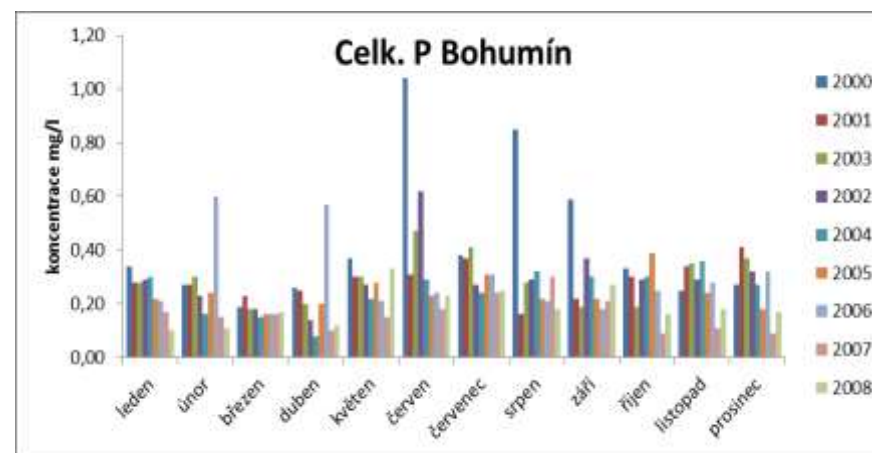
Graf č. 19 Chlorofyl a – Petřkovice + Černý potok (zdroj autor).



Graf č. 20 Fosfor – Petřkovice + Černý potok (zdroj autor).



Graf č. 21 Chlorofyl a – Bohumín (zdroj autor).



Graf č. 22 Fosfor – Bohumín (zdroj autor).

5.1.5 Olešná

Chlorofyl a

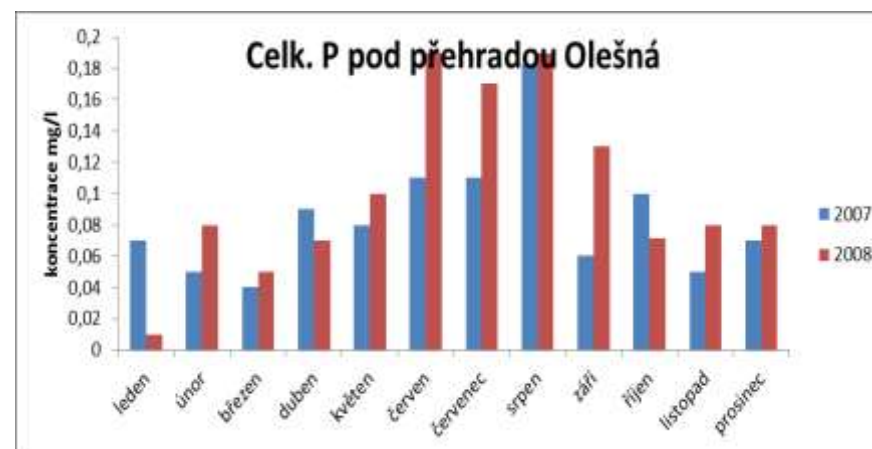
Jako skoro u každého profilu nacházející se u nádrže i u profilu pod přehradou Olešná se monitorovala koncentrace chlorofylu a v roce 2007 a 2008. Hodnoty naměřené jsou o něco málo zvýšené než u předchozích profilů, které se nacházely pod přehradou. Je to dáno dlouhodobým problémem přehrady Olešné se sinicemi, které se pak postupně dostaly i do toku. U druhého profilu u ústí do řeky Ostravice jsou koncentrace v normálu až na dvě výjimky v roce 2001 a 2002, kdy zřejmě díky vysokým teplotám a sníženého průtoku se zvýšila koncentrace nebo se také může jednat o chybu měření. Monitoring u ústí je dostatečný a sledoval celé zkoumané období. Chlorofyl a pod přehradou by zasloužil větší pozornost.

Fosfor

Míra koncentrace na profilech řeky Olešné je mírně zvýšená. Oproti profilu pod nádrží je koncentrace fosforu na profilu u ústí do Ostravice dvojnásobná. Příčinou by mohlo být antropogenní znečištění splaškovými vodami obyvateli bydlící podél řeky. Monitoring je dostatečný a podobný jako u chlorofylu a.



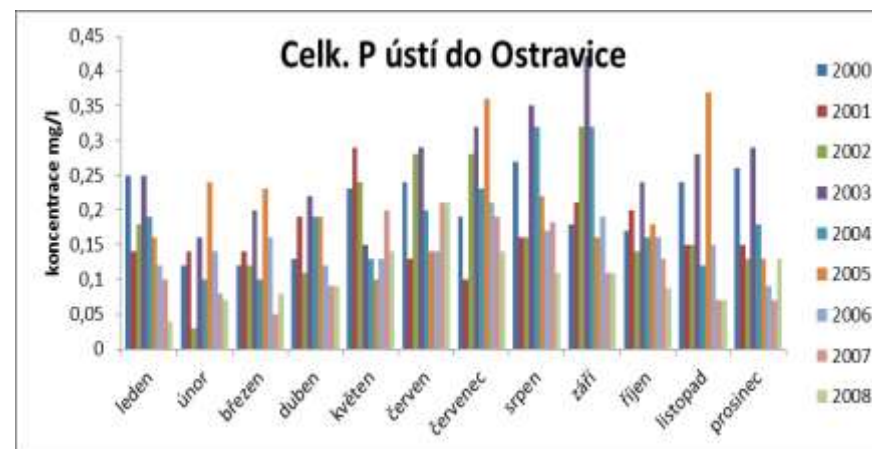
Graf č. 10 (zdroj autor).



Graf č. 24 Fosfor – pod přehradou Olešná (zdroj autor).



Graf č. 25 Chlorofyl a – Ústí do Ostravice (zdroj autor).



Graf č. 26 Fosfor – Ústí do Ostravice (zdroj autor).

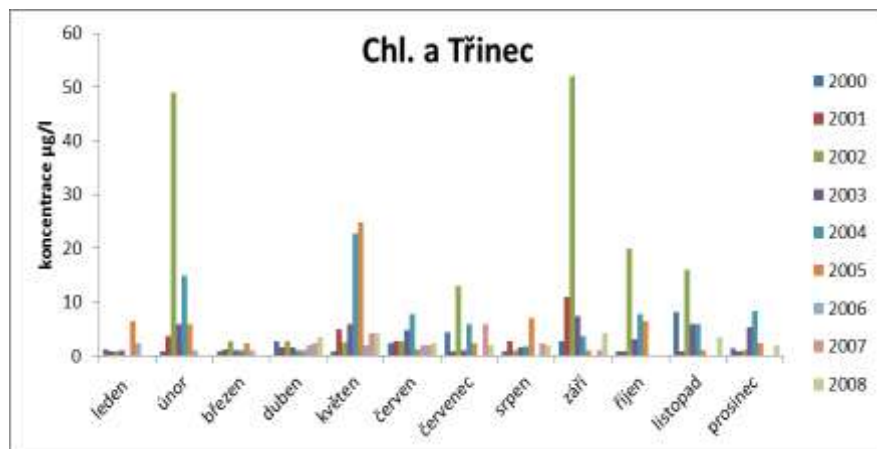
5.1.6 Olše

Chlorofyl a

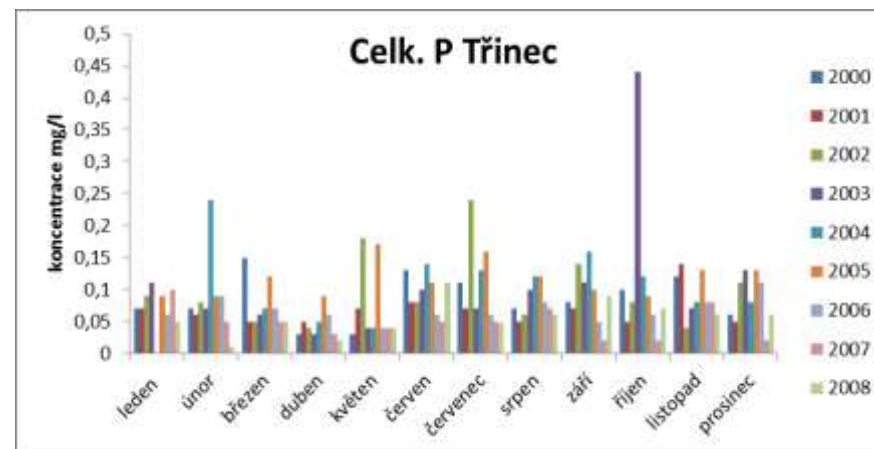
Zase tu máme rok 2002 a jeho vysoké koncentrace chlorofylu a v měsíci únoru na profilech Olše. Řeka Olše pramení v horách, odkud dále teče do nížin a následně se vlévá do řeky Odry. Průtok se s klesající nadmořskou výškou zpomaluje, voda má charakter vody klidné, zároveň v letních měsících vzrůstá teplota a díky dostatku živin způsobuje nárůst biomasy. Zvýšené koncentrace jsou obvykle v letních měsících, ale v roce 2002 byla vyšší koncentrace i v měsíci únoru. Monitoring je dostačující, i když u ústí je monitoring velice chaotický. Na grafech jde vidět, že některý měsíc vynechali, poté monitorovali jen 6 nebo 10 měsíců nebo ještě méně a párkrát i 2 krát za měsíc.

Fosfor

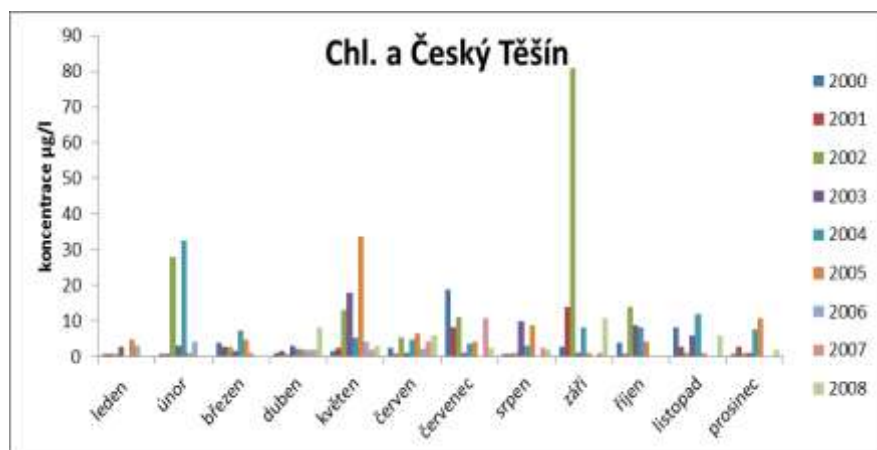
Koncentrace fosforu na řece Olši se zvyšuje v průběhu toku od pramene k ústí. Na řece se nacházejí 3 ČOV, v Třinci, v Českém Těšíně a Věrnovicích. Tyto ČOV mohou ovlivňovat tok radikálně, pokud neobsahují terciální čištění. Na profilu ve Věrnovicích se hodnota v roce 2000 vyšplhala až k 30 násobku mezní hodnoty. Příčinou této vysoké koncentrace bude nepřesné měření, jelikož si nedovedu představit jinou příčinu vzniku tak vysoké koncentrace. Monitoring je dostatečný, ale zdá se nepřesný, některé výsledky jsou velice vysoké. Zaslouží si zvýšenou pozornost.



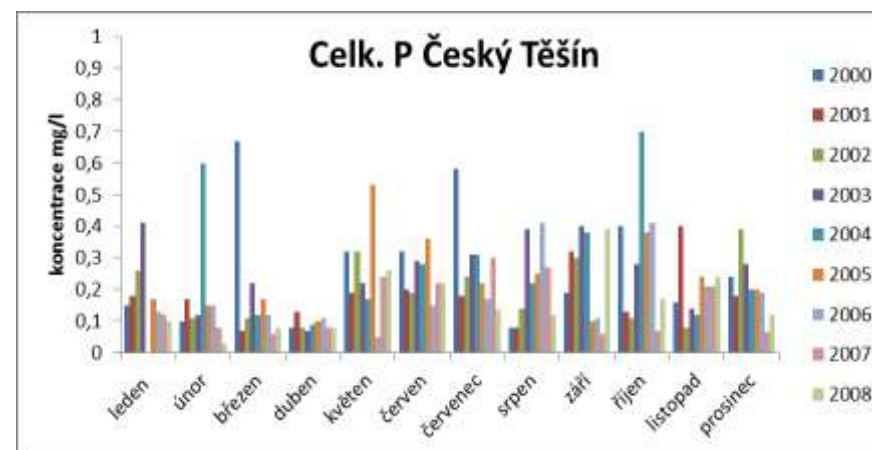
Graf č. 27 Chlorofyl a – Třinec (zdroj autor).



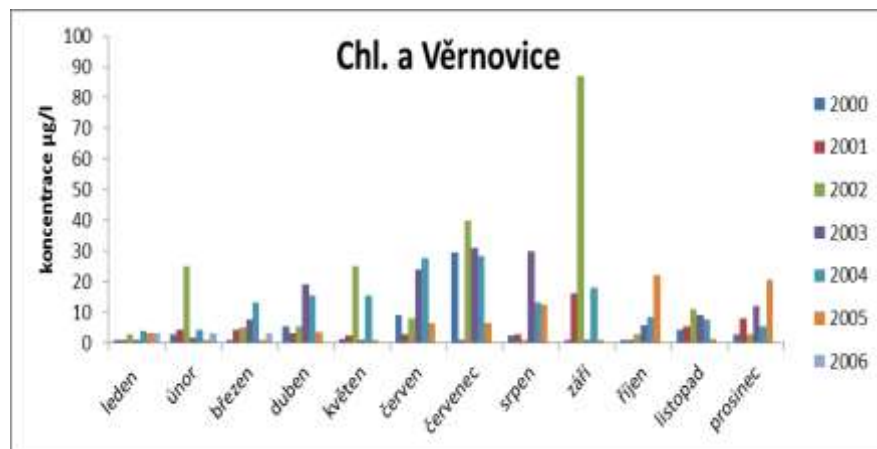
Graf č. 28 Fosfor – Třinec (zdroj autor).



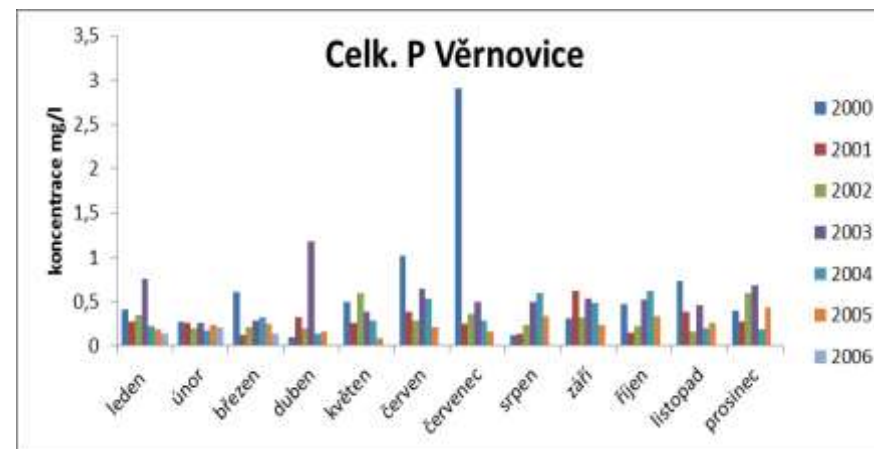
Graf č. 29 Chlorofyl a – Český Těšín (zdroj autor).



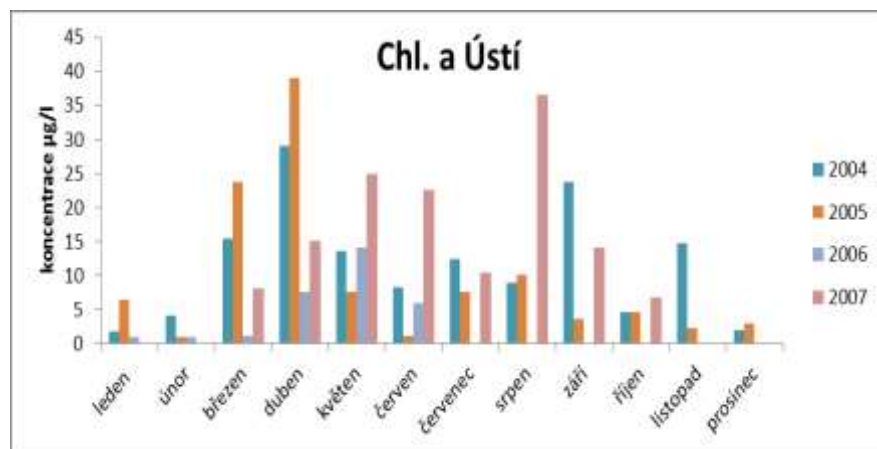
Graf č. 30 Fosfor – Český Těšín (zdroj autor).



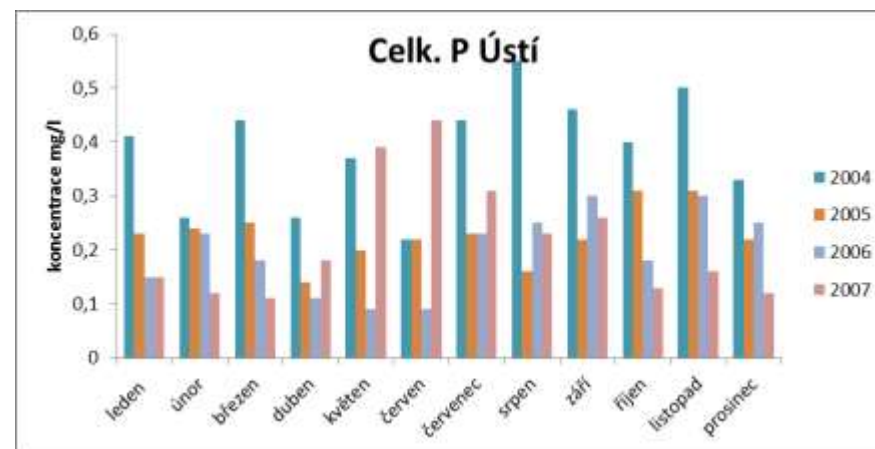
Graf č. 31 Chlorofyl a - Věrnovice (zdroj autor).



Graf č. 32 Fosfor - Věrnovice (zdroj autor).



Graf č. 33 Chlorofyl a – Ústí do Odry (zdroj autor).



Graf č. 34 Fosfor – Ústí do Odry (zdroj autor).

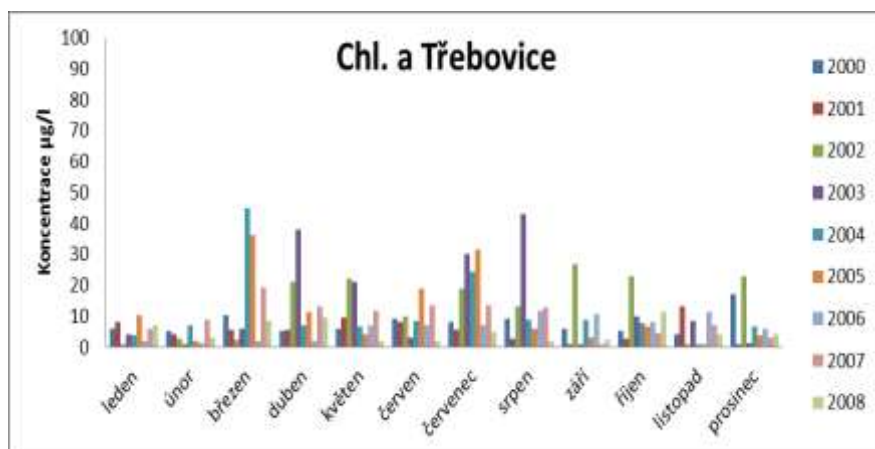
5.1.7 Opava

Chlorofyl a

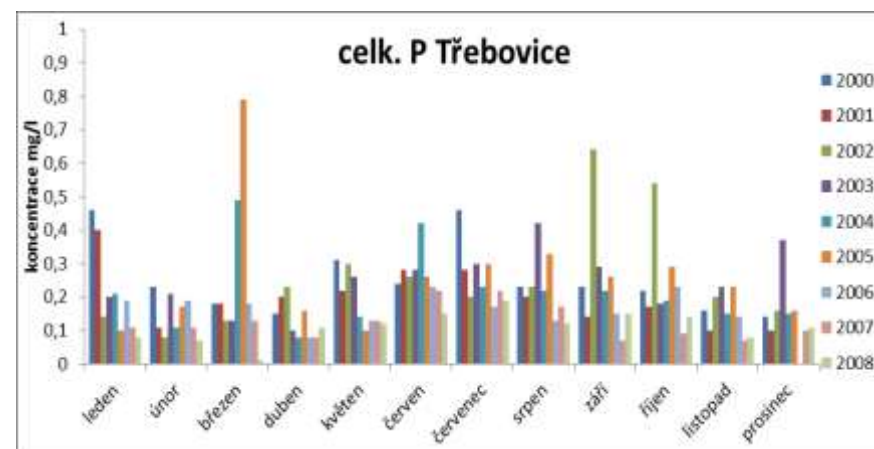
V posledních letech jsou koncentrace chlorofylu a mírně zvýšené především v letním období. Monitoring řeky Opavy na všech čtyřech profilech je dostačující a kvalitní.

Fosfor

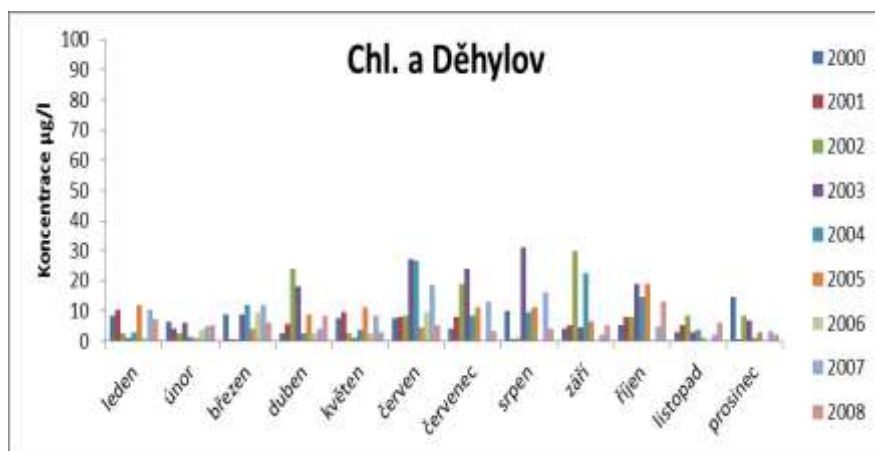
Mezi kritické roky, ve kterých se hodnota vyšplhala k 1 mg/l jsou roky 2000 a 2005. Od Krnova, kde hodnota je mírně zvýšená, se postupně až k Ostravě Třebovice zvyšuje. Je to dáno přechodem z volné krajiny se zemědělstvím po oblast zatíženou průmyslem (chemický, potravinářský..) a také ČOV v jednotlivých městech.



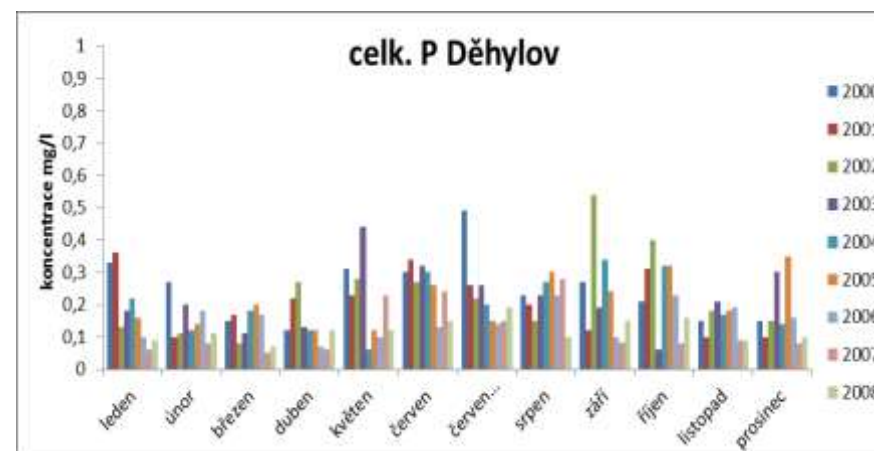
Graf č. 35 Chlorofyl a – Třebovice (zdroj autor).



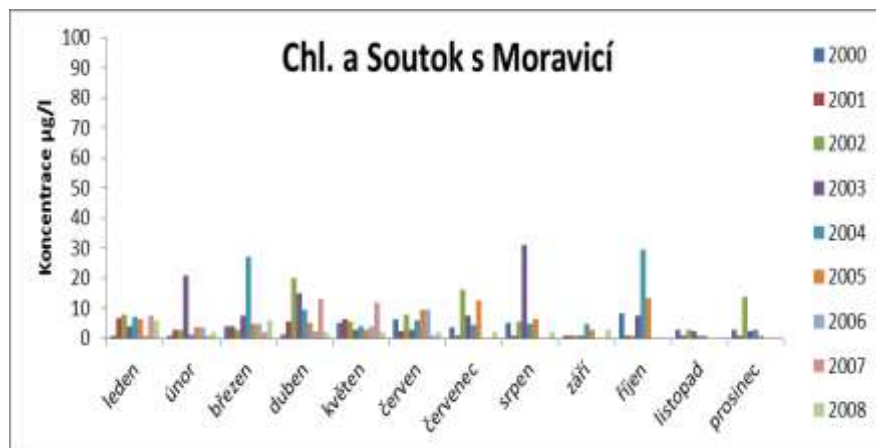
Graf č. 36 Fosfor – Třebovice (zdroj autor).



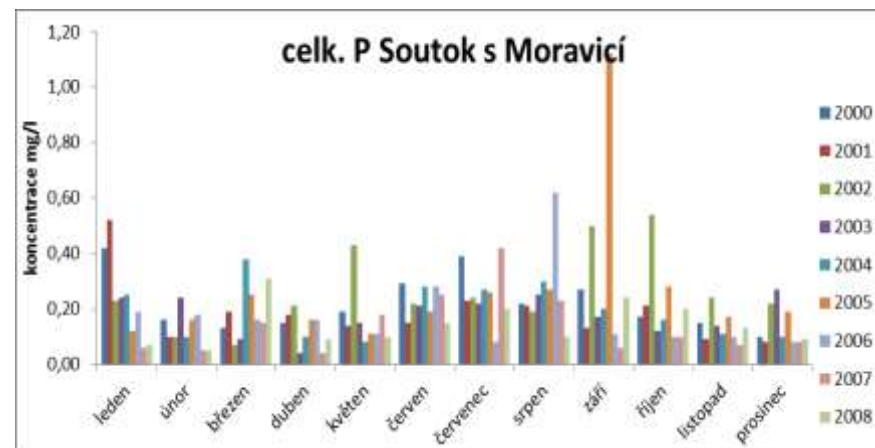
Graf č. 37 Chlorofyl a – Děhylov (zdroj autor).



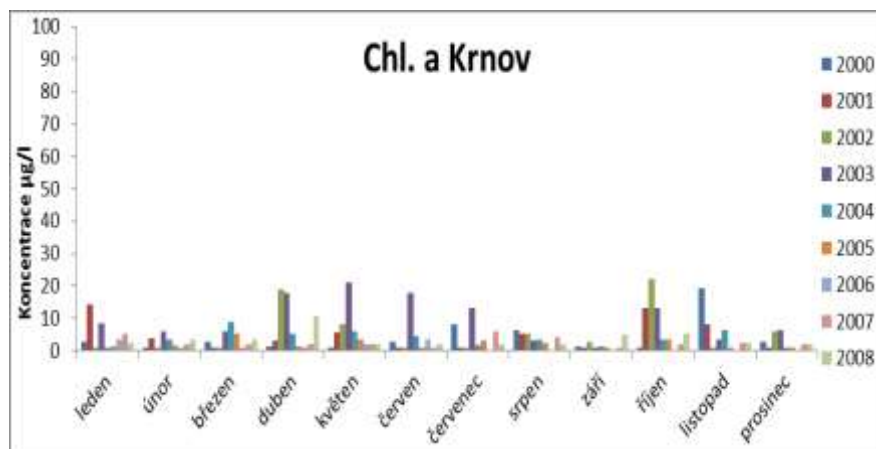
Graf č. 38 Fosfor – Děhylov (zdroj autor).



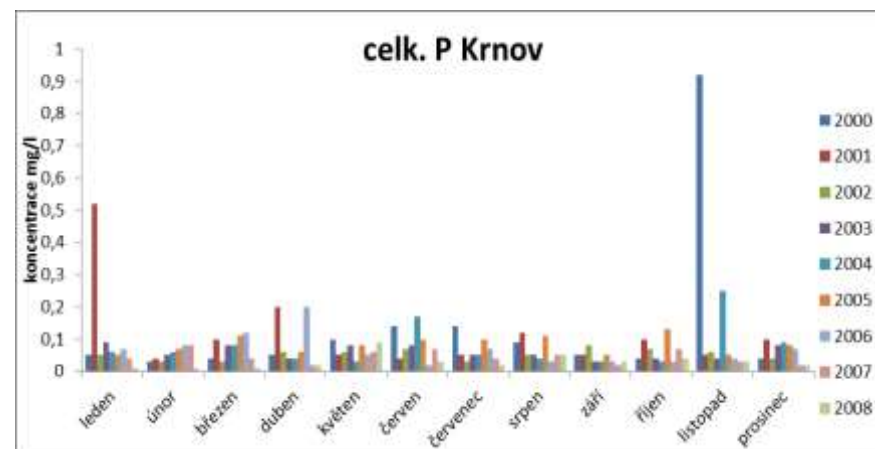
Graf č. 39 Chlorofyl a – Soutok s Moravicí (zdroj autor).



Graf č. 40 Fosfor – Soutok s Moravicí (zdroj autor).



Graf č. 41 Chlorofyl a - Krnov (zdroj autor).



Graf č. 42 Fosfor – Krnov (zdroj autor).

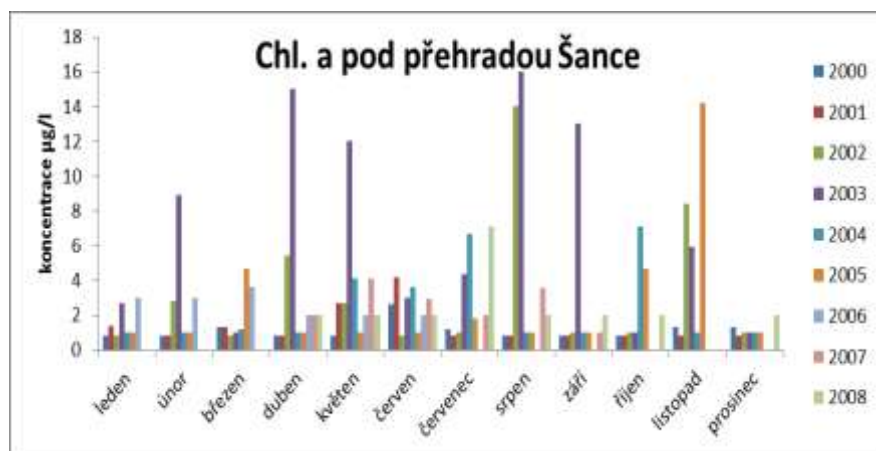
5.1.8 Ostravice

Chlorofyl a

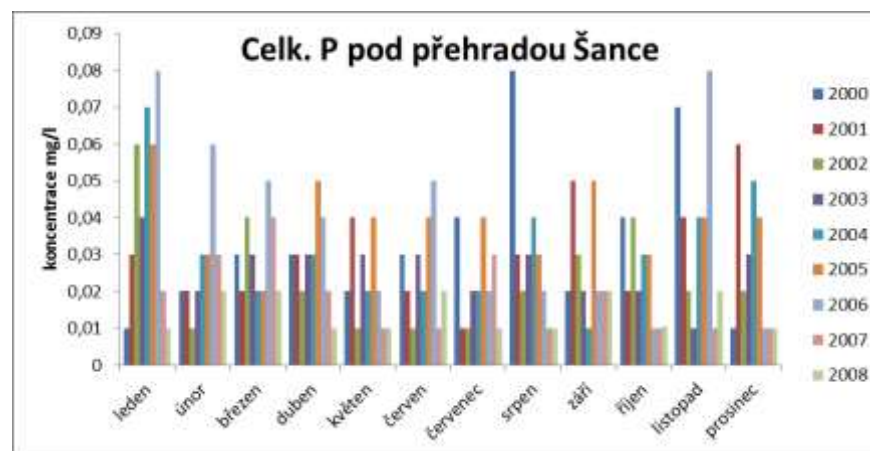
Monitoring na řece Ostravici je dostačující a poukazuje na mírné zvýšení koncentrace na všech vybraných profilech. U profilu pod přehradou Šance vidíme totožné nebo podobné koncentrace, jako u předchozích profilů pod nádrží, kdy koncentrace v určitém roce byla zvýšená po celý rok. U profilu Lískovec a Paskov je vysoká koncentrace v roce 2003 i v prosinci, jinak se drží převážně v letních měsících. Na profilu u ústí do řeky Odry pozorujeme celoročně zvýšenou koncentraci chlorofylu a po celé monitorovací období. Důvodem bude malý průtok, který Ostravice má, když protéká Ostravou a také vlivem oteplení Ostravice díky vypouštění důlních vod z dolu Jeremenko.

Fosfor

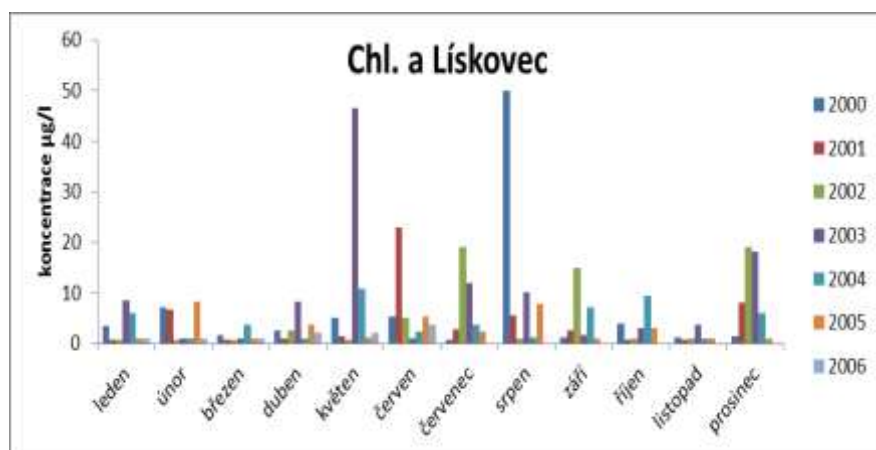
Koncentrace fosforu na řece Ostravici je zvýšená. Profil pod nádrží Šance má dvakrát větší koncentraci než profil pod nádrží Morávka. Můžeme tedy říct, že přehrada Morávka je jakostně kvalitnější než přehrada Šance. Během toku se koncentrace fosforu zvyšuje díky ČOV ve Frýdlantu a v Lískovci. A také tím, že Ostravice pramení v Beskydech a ústí do Odry v centru Ostravy. Monitoring je podobný jako u chlorofylu a, je dostatečný a kvalitní.



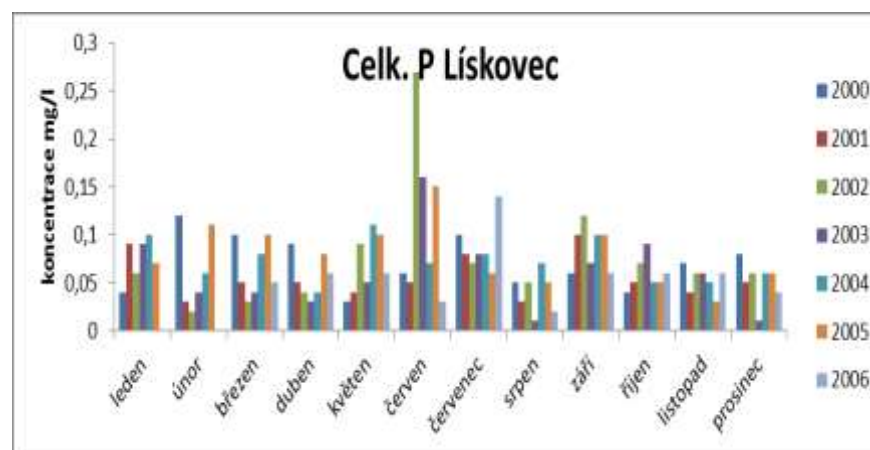
Graf č. 43 Chlorofyl a – pod přehradou Šance (zdroj autor).



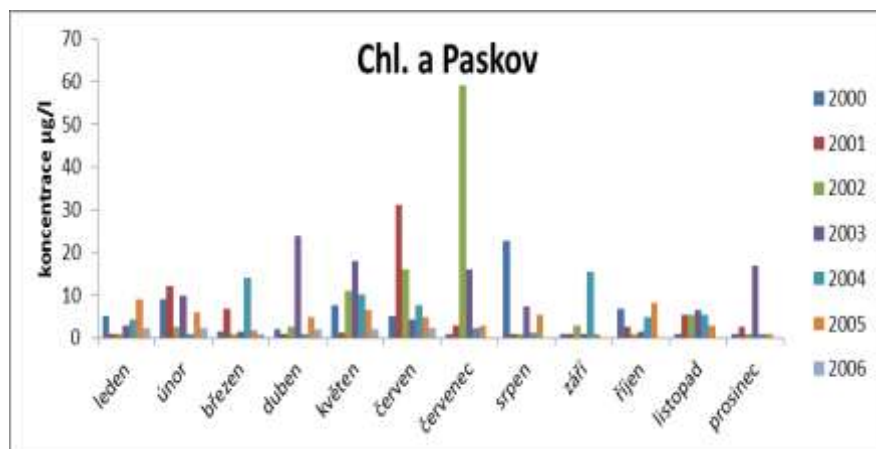
Graf č. 11 (zdroj autor).



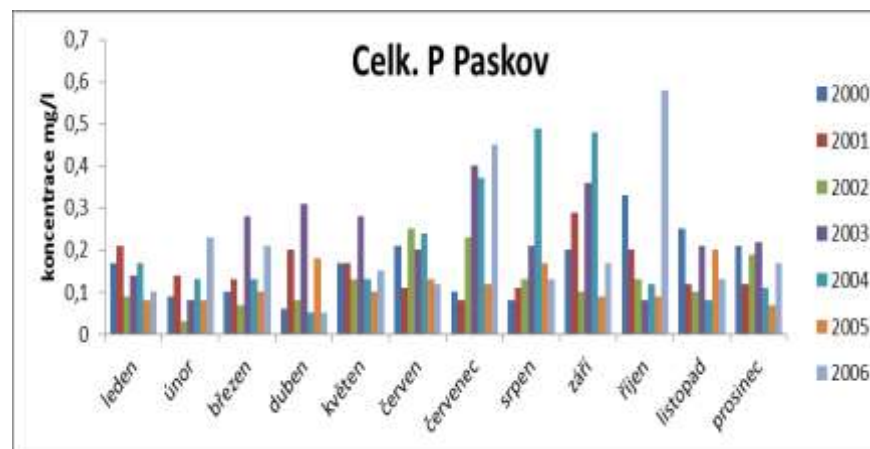
Graf č. 45 Chlorofyl a – Lískovec (zdroj autor).



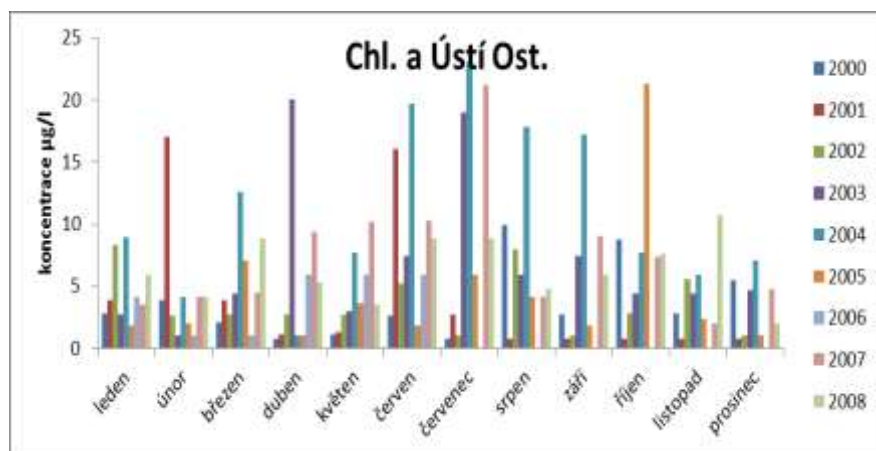
Graf č. 46 Fosfor – Lískovec (zdroj autor).



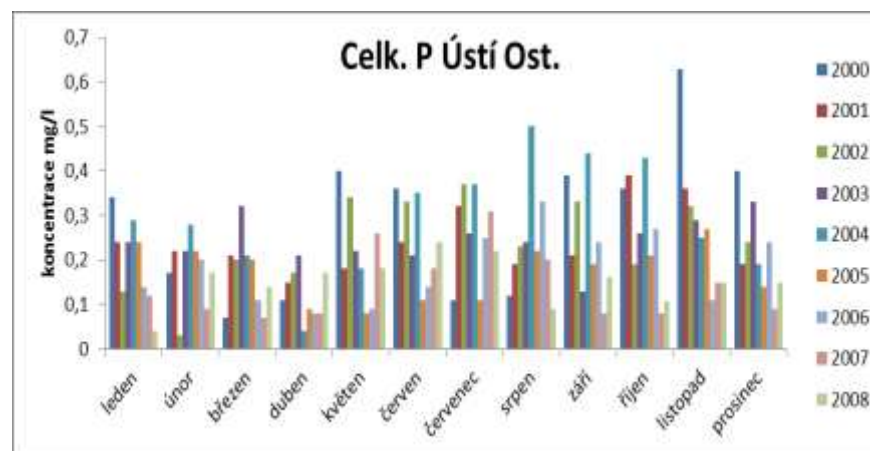
Graf č. 47 Chlorofyl a – Paskov (zdroj autor).



Graf č. 48 Fosfor – Paskov (zdroj autor).



Graf č. 49 Chlorofyl a – Ústí do Odry (zdroj autor).



Graf č. 50 Fosfor – Ústí do Odry (zdroj autor).

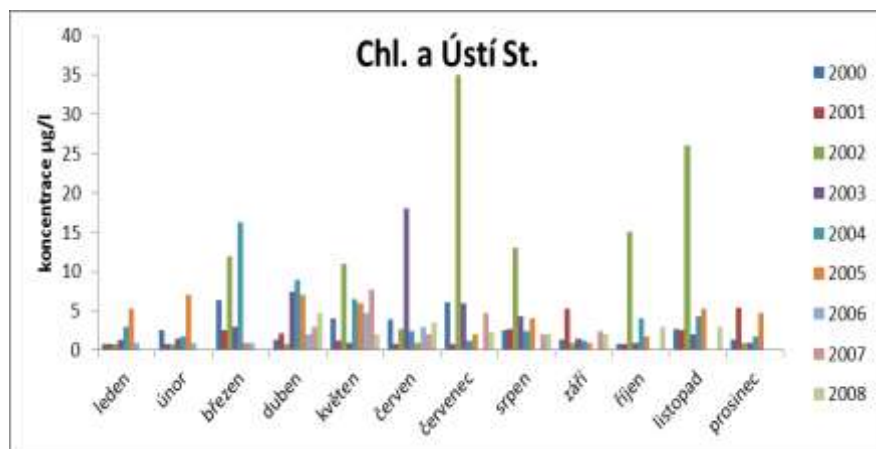
5.1.9 Stonávka

Chlorofyl a

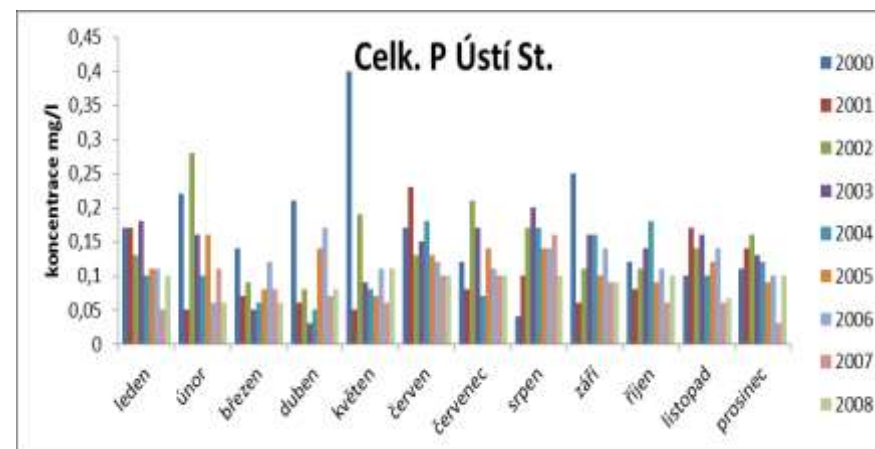
Rok 2002 i u Stonávky zaznamenal zvýšenou koncentraci chlorofylu a. Na všech třech vybraných profilech jsou koncentrace mírně zvýšené a koncentrace na profilu pod nádrží Těrlicko považují jakostně za nejkvalitnější ze všech 28 monitorovaných profilů. Monitoring je dostačující a u nádrže podle normy, ale mohlo by se monitorovat více let. V zimním období se objevily i u Stonávky zvýšené koncentrace, al je to dáno celkově tím zrádným rokem 2002.

Fosfor

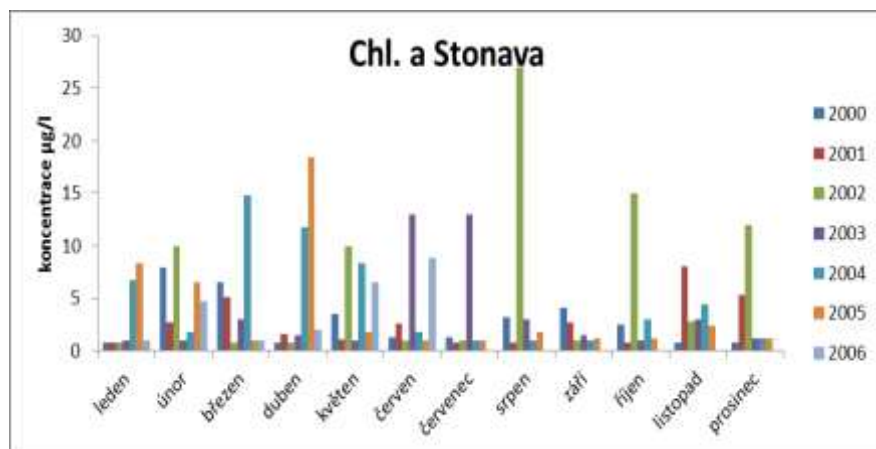
Na vybraných profilech jsou koncentrace fosforu zvýšené a postupně se zvyšuje od profilu pod nádrží Těrlicko po ústí do Olše. Koncentrace fosforu pod přehradou Těrlicko jsou podobné koncentracím pod přehradou Šance (str. 41). Kritickým rokem je rok 2000 a 2002. Monitoring je dostatečný a výsledky jsou kvalitní.



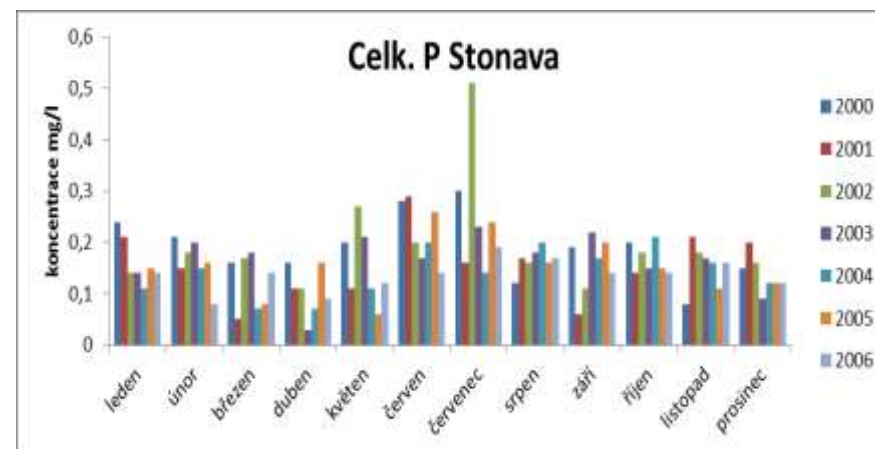
Graf č. 51 Chlorofyl a – Ústí do Olše (zdroj autor).



Graf č. 52 Fosfor – Ústí do Olše (zdroj autor).



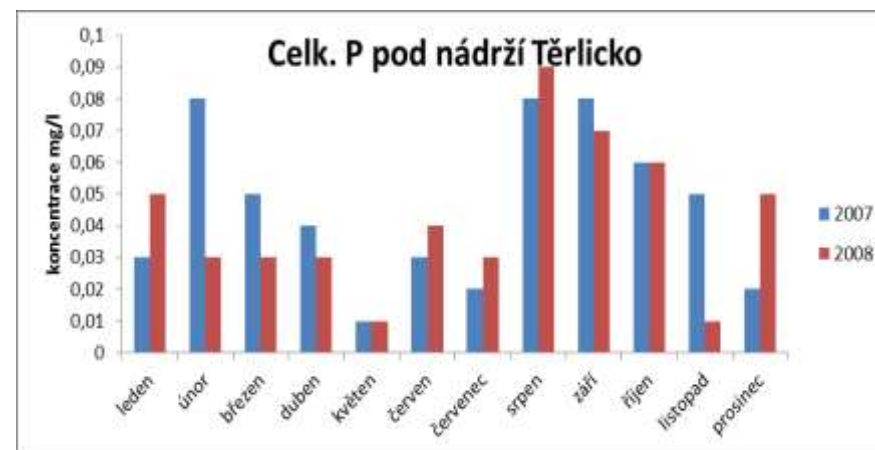
Graf č. 53 Chlorofyl a – Stonava (zdroj autor).



Graf č. 54 Fosfor – Stonava (zdroj autor).



Graf č. 55 Chlorofyl a – pod nádrží Těrlicko (zdroj autor).



Graf č. 56 Fosfor – pod nádrží Těrlicko (zdroj autor).

5.2 Výsledné mapy

Tabulka 2 Porovnání profilů podle ČSN (Č) a OECD (O) za určité období (zdroj autor).

2000- 2001				2002-2003				2004-2005				2006-2008				
Chl. A		P		Chl. A		P		Chl. A		P		Chl. A		P		
Č	O	Č	O	Č	O	Č	O	Č	O	Č	O	Č	O	Č	O	
10				16		1		7				9		1		I.
12	5	6		4		4		12		5		9		9	1	II.
1	16	9	1	3	12	10	1	4	18	11	1	1	17	13	1	III.
	2	8	6		10	8	6	1	5	8	7	2	3	2	11	IV.
			16		1		16		1		16	1	2		12	V.

Na první pohled je jasné, že česká norma je mírnější, co se týče mezních hodnot koncentrace. Profily hodnocené podle OECD jsou jak u chlorofylu a tak i u fosforu spíše v dolní části, to znamená zhoršenou kvalitu, která se pohybuje od III. do V. stupně znečištění. Podle ČSN, jsou profily řek na tom o trochu lépe a zahrnují všechny stupně kvality. Je to dáno i mírnějšími mezními hodnotami normy ČSN oproti OECD. Když se zaměříme na porovnání profilů mezi sebou, a jak po sobě následovaly, vidíme relativní změny v kvalitě jakosti. Při porovnání období od roku 2000 – 2001 a 2006 – 2008 můžeme konstatovat u stanovování fosforu, že došlo ke zlepšení, kdežto u chlorofylu-a to je naopak.

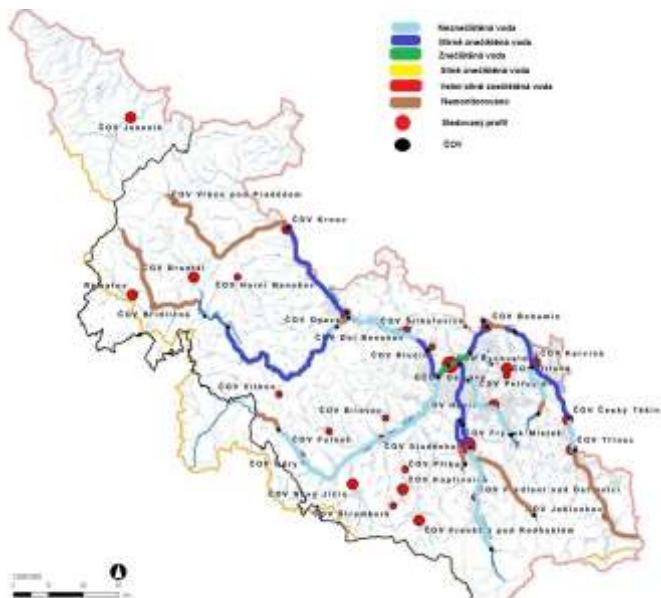
K podobným výsledkům došla ve své studii i Desortová[19], na profilu Vltava – Zelčín, která prokázala statický významný pokles úrovně živin za období 1998 – 2008. Tento pokles byl důsledkem, jak omezení přísunu živin z bodových zdrojů, tak snížení koncentrace živin díky výstavbě nových a modernizaci současných čistíren odpadních vod. Příznivý klesající trend ve vývoji živin nebyl ve stejném období doprovázen snížením biomasy fytoplanktonu. Změny biomasy fytoplanktonu, vyjádřené koncentrací chlorofylu-a, charakterizuje srovnatelná úroveň hodnot mezi roky na počátku a konci sledování, tj. mezi roky s významně odlišnou koncentrací živin. Je skutečností, že koncentrace živin i na konci hodnoceného období přesahovala hodnoty, které limitují rozvoj fytoplanktonu v toku.

Zdroje fosforu, jak antropogenního tak přirozeného se dají regulovat (zvýšená účinnost ČOV, omezení hnojiv na bázi fosforu), kdežto u chlorofylu a se to nedá tak dobře kontrolovat. Zvýšenou koncentrací chlorofylu a ovlivňuje hned několik faktorů. Mezi ty

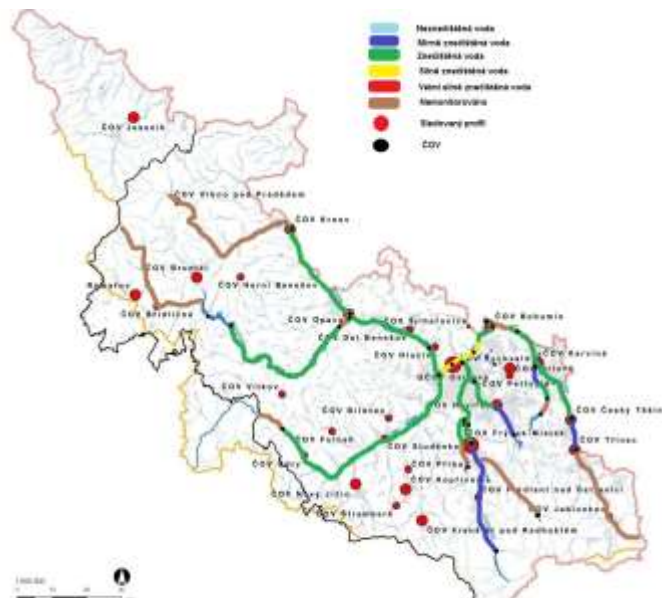
patří vysoké teploty, nízká hladina toku a menší průtok. Zjistilo se, že mezi koncentracemi chlorofylu a a hodnotami průtoku, byl zjištěn statisticky průkazný negativní vztah, který je možné vyjádřit nelineární (mocninnou) funkcí[19]. To samé i s teplotou[20,21,22].

Na profilu Odry - Svinov byla vysoká koncentrace chlorofylu a zapříčiněna naměřenou nízkou hodnotou průtoku[18].

5.2.1 2000 – 2001 Chlorofyl a

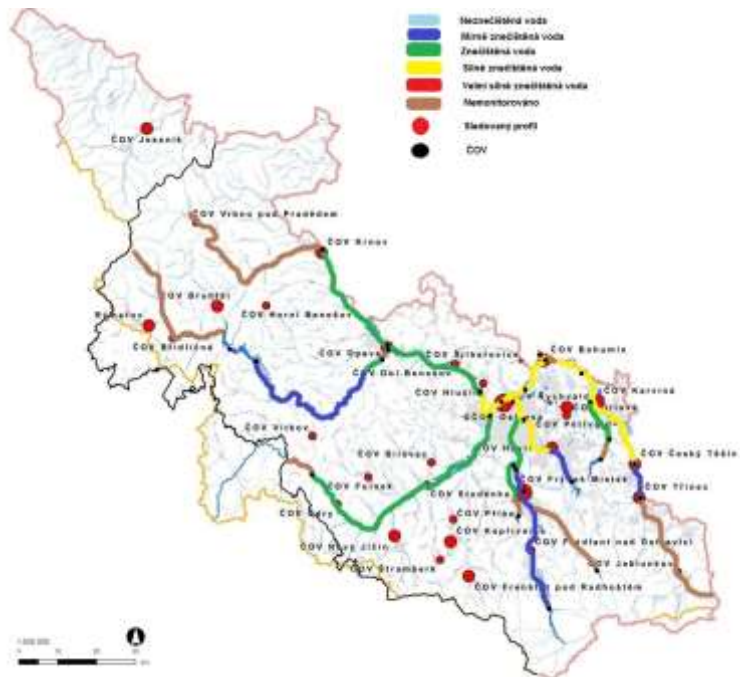


Obrázek 5 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15].

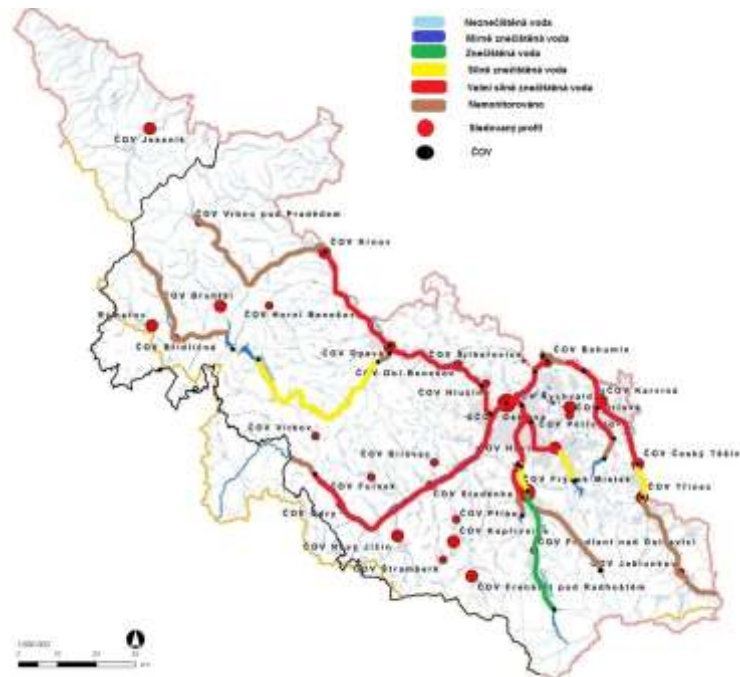


Obrázek 6 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15].

5.2.2 2000 – 2001 Fosfor

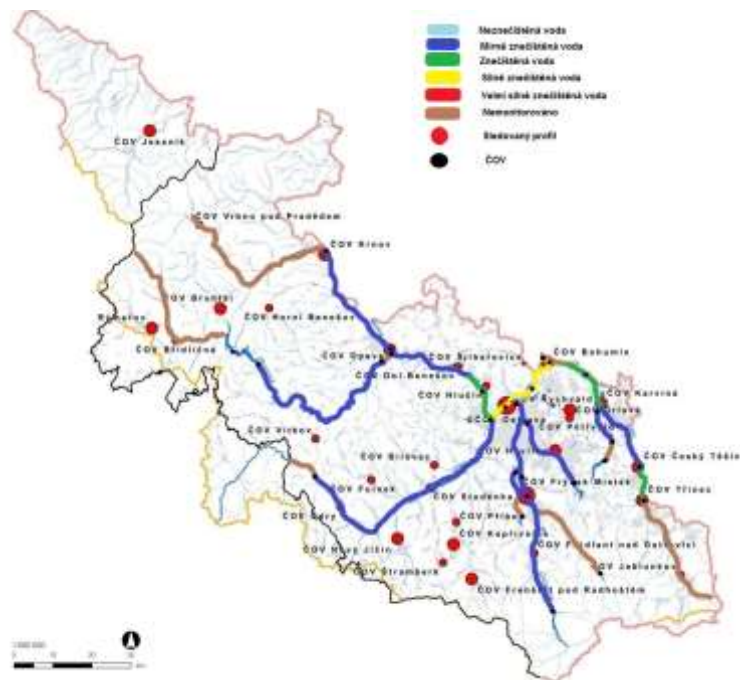


Obrázek 7 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15].

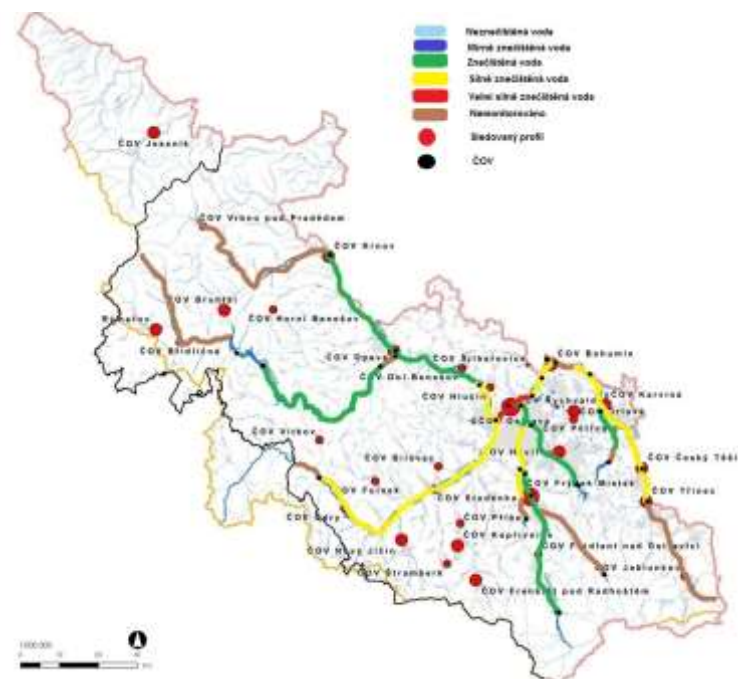


Obrázek 8 Fosfor OECD (zdroj autor) [15].

5.2.3 2002 – 2003 Chlorofyl a

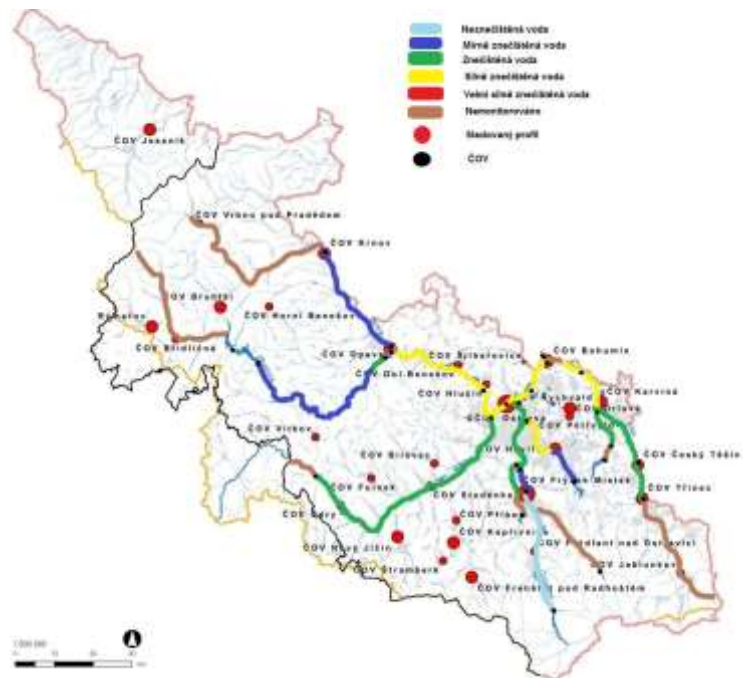


Obrázek 9 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15].

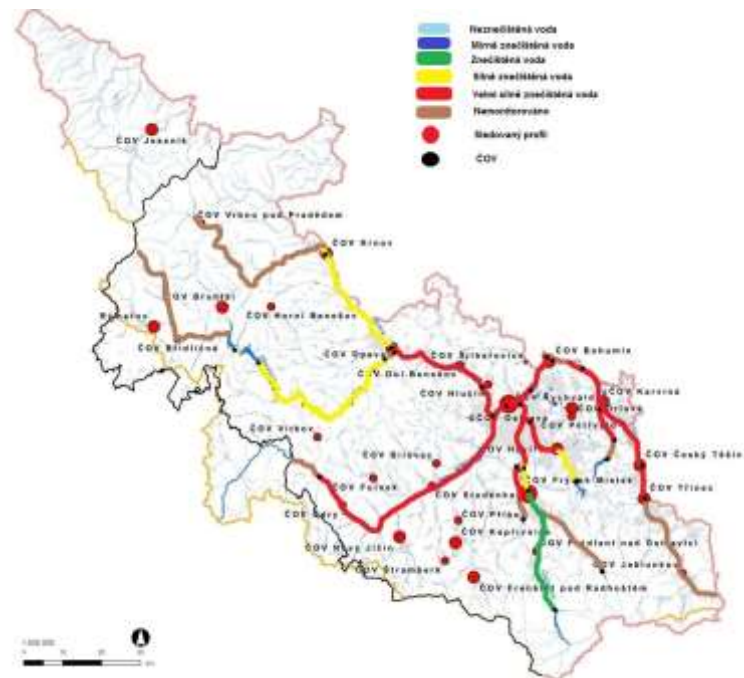


Obrázek 10 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15].

5.2.4 2002 – 2003 Fosfor

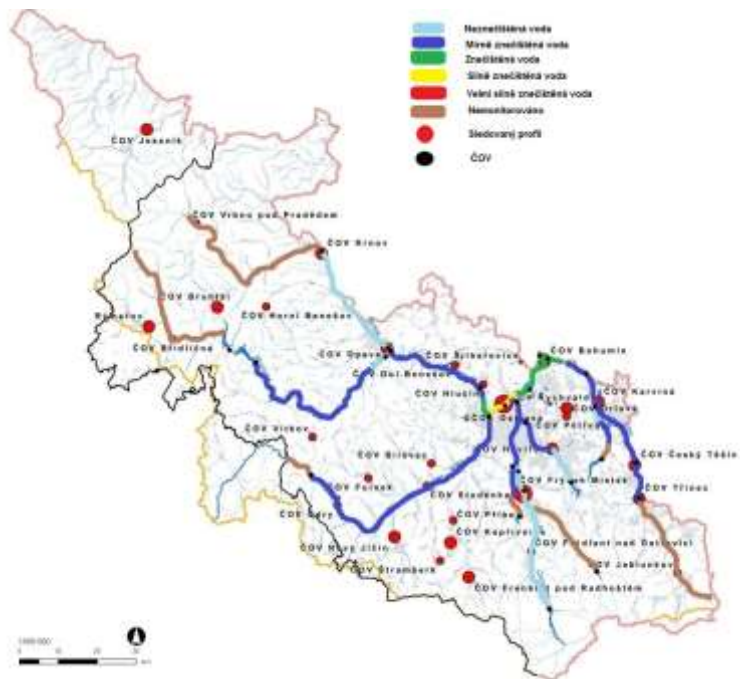


Obrázek 11 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15].

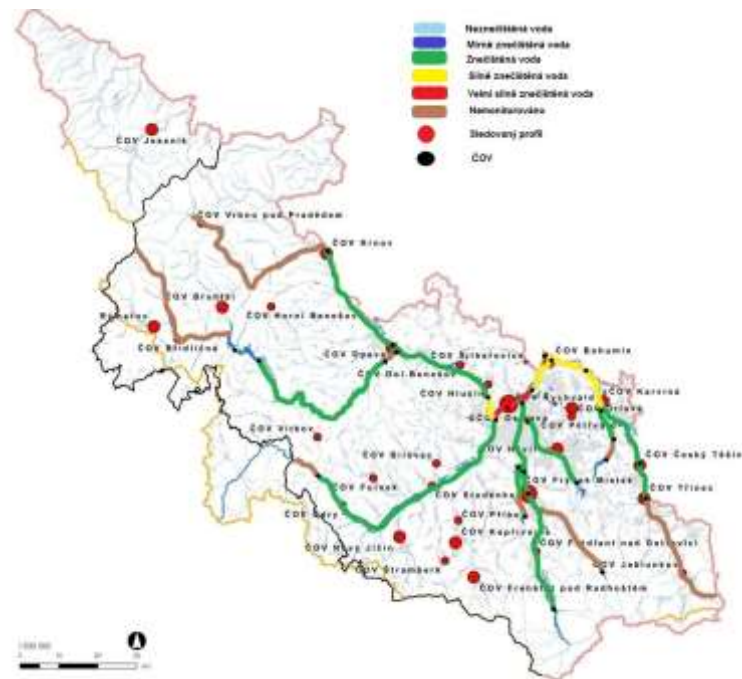


Obrázek 12 Fosfor OECD (zdroj autor) [15].

5.2.5 2004 – 2005 Chlorofyl a

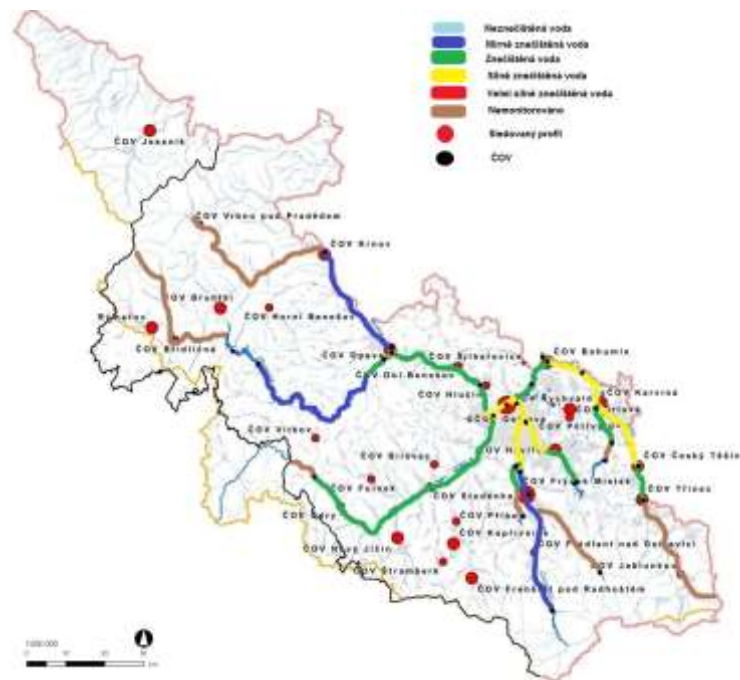


Obrázek 13 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15].

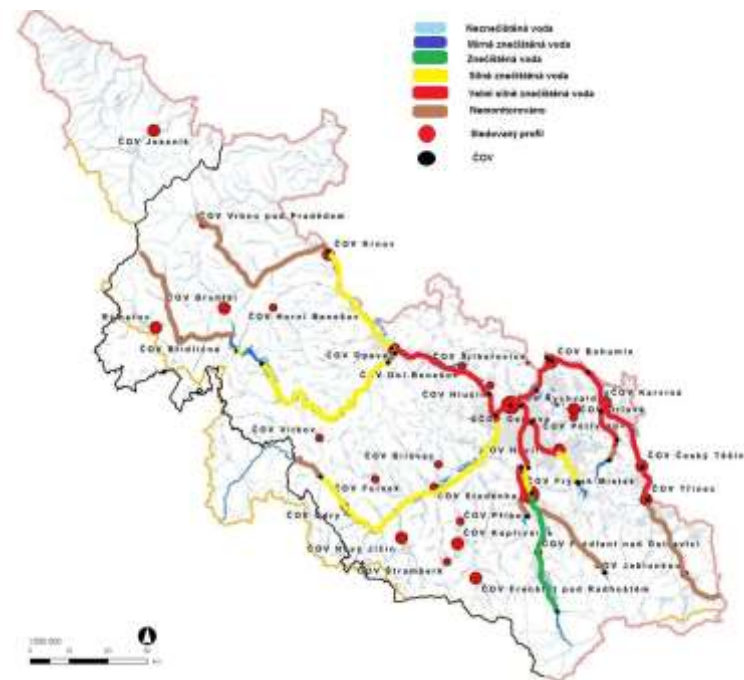


Obrázek 14 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15].

5.2.6 2004 – 2005 Fosfor

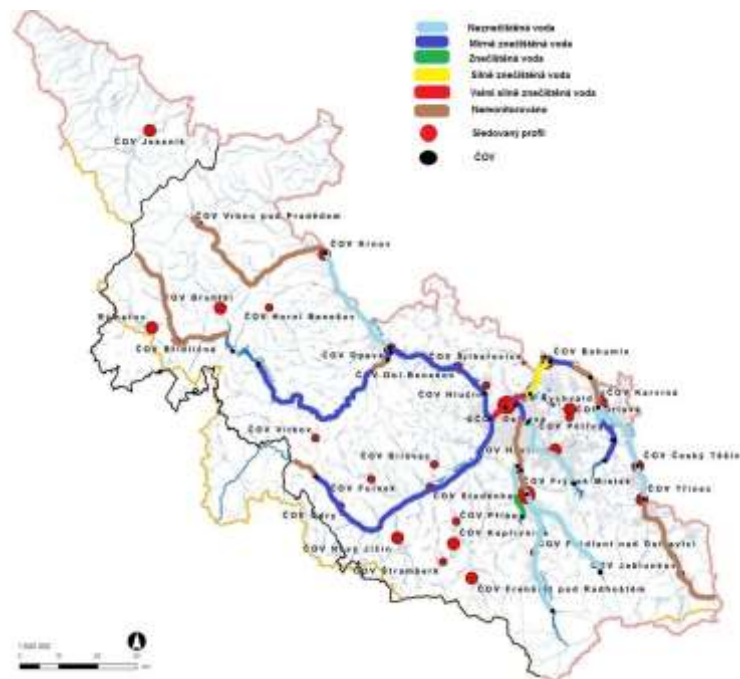


Obrázek 15 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15].

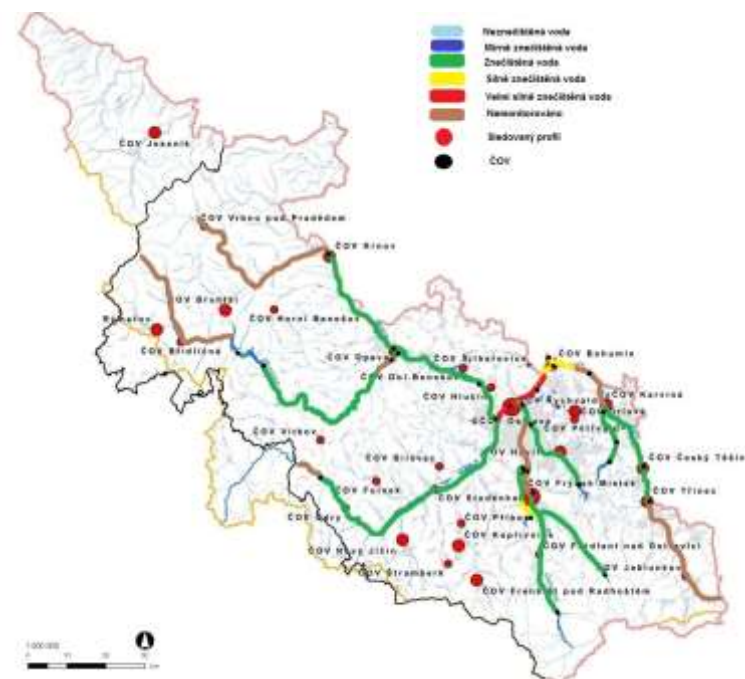


Obrázek 16 Fosfor OECD (zdroj autor) [15].

5.2.7 2006 – 2008 Chlorofyl a

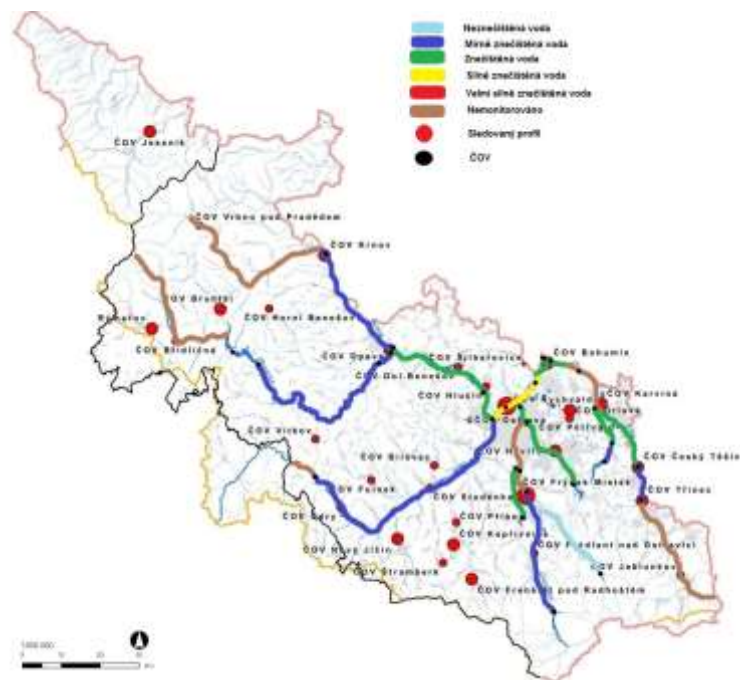


Obrázek 17 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15].

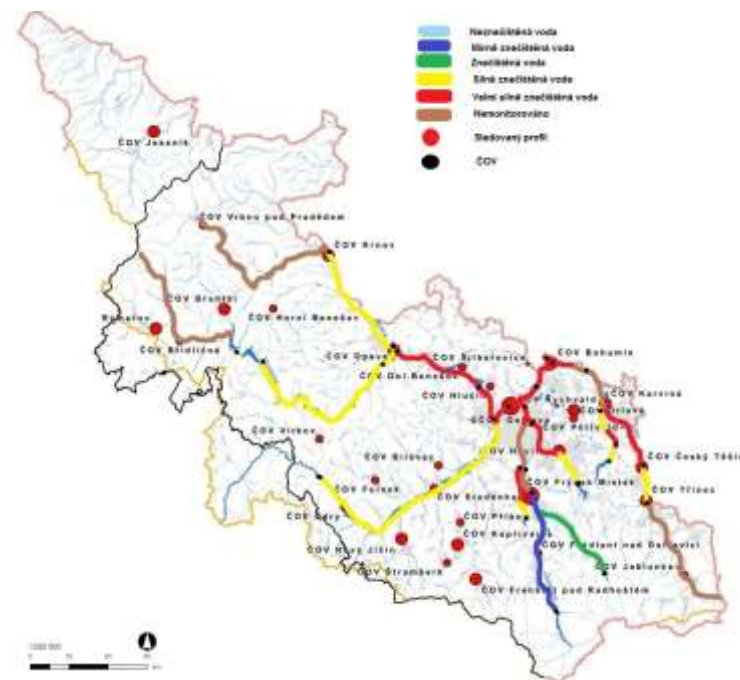


Obrázek 18 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15].

5.2.8 2006 – 2008 Fosfor



Obrázek 19 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15].



Obrázek 20 Fosfor OECD (zdroj autor) [15].

6 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

V této práci jsem se zabýval vyhodnocováním dat z monitoringu chlorofylu a a celkového fosforu, monitorovány ČHMÚ a Povodím Odry, díky kterým se hodnotí úroveň eutrofizace u povrchových vod. Data, se kterými jsem pracoval, jsem použil ze stránek ČHMÚ (www.chmi.cz) a poté zpracoval do tabulek a následně vytvořil grafy. Hodnoty koncentrací chlorofylu a a fosforu jsem srovnal s mezními hodnotami norem ČSN a OECD a poté vytvořil mapky, které graficky znázorňují jakostní kvalitu řek podle barev od světle modré = I. stupeň, po červenou = V. stupeň. Zjistil jsem, že kvalita řek a míra eutrofizace je v Moravskoslezském kraji zvýšená. Náhornou ukázkou je tabulka na str. 47, která obsahuje jednotlivé stupně míry znečištění a poté jsou k nim podle určitého období a normy přiřazeny počty profilů, které do nich pasují. Některé hodnoty jsou dost zvýšené a u některých hodnot můžeme soudit o nesprávném měření. Dále jsem zjišťoval kvalitu a četnost monitoringu. Kvalita monitoringu je dostatečná, ale některé data chybí nebo stanovovali ukazatele chaoticky (viz str. 35). Mohlo to být časovou náročností a také finanční stránkou. Pro podrobnější zmonitorování daných toků v příštích letech jako v této práci, bude potřeba stanovovat tyto ukazatele pravidelně. Vzhledem k finanční nákladnosti stanovování chlorofylu a, se nedivím, že u některých profilů, kde se předpokládá snížená koncentrace daného prvku je četnost monitoringu menší a stanovuje se jen v určitých dvouletí. Na druhou stranu profily, které jsou na tom celoročně špatně (oblast kolem města Ostravy přes Bohumín po Karvinou) by zasloužily zvýšenou pozornost a také nějaký návrh na zlepšení situace v dané lokalitě. V diplomové práci bych rád pokračoval v tomto tématu a srovnal data z této práce s daty, které budu osobně stanovovat a poté i s daty z diplomové práce studenta z roku 1997, který prováděl podobný výzkum. Zachytím tak období 15 let, ve kterém tyto řeky zaznamenaly razantní změny v oblasti jakosti vod.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LELLÁK, Jan. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Praha: Univerzita Karlova, 1992, 257 s. ISBN 80-706-6530-0.
- [2] KOČÍ, V., J. BURKHARD a B. MARŠÁLEK. *Eutrofizace 2000: Eutrofizace na přelomu tisíciletí*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2000, 3-13. ISBN 80-708-0396-7.
- [3] Citáty- Voda. *Mottak* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.mottak.cz/citaty/voda.php>
- [4] STEER, James. *Structure and Reactions of Chlorophyll*. Dostupné z: <http://www.ch.ic.ac.uk/local/projects/steer/chloro.htm>
- [5] Inovace studia biochemie prostřednictvím e-learningu. UNIVERTZITA PALACKÉHO. [online]. [cit. 2013-04-09]. Dostupné z: <http://ibiochemie.upol.cz/Screens/About.aspx>
- [6] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4. aktualiz. vyd. Praha: VŠCHT, 2009, 579 s. ISBN 978-80-7080-701-9
- [7] SUTCLIFFE, D a J JONES. *Eutrophication: research and application to water supply*. Ambleside, Cumbria: Freshwater Biological Association, 1992, s. 4-29. ISBN 978-0900386-52-7.
- [8] LEAF, S a R CHATTERJEE. Developing a strategy on eutrophication. *Water Science and Technology*. 1999, roč. 39, č. 12, s. 307-314. ISSN 02731223. DOI: 10.1016/S0273-1223(99)00348-0. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0273122399003480>
- [9] Romanowska-Duda, Z., Mankiewicz, J., Tarczyska, M., Walter, Z., & Zalewski, M. The effect of toxic cyanobacteria (blue-green algae) on water plants and animal cells. *Polish Journal of Environmental Studies*, 2002, 11.5: 561-566.
- [10] DESORTOVÁ, Blanka. *VTEI: Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. Praha: Vodní hospodářství, 2011, roč. 53, č. 2. ISSN 0322- 8916. Dostupné z: http://www.vuv.cz/fileadmin/user_upload/pdf/vtei/2011/vtei_2-2011.pdf
- [11] ČSN ISO 10260. *Jakost vod: Měření biochemických ukazatelů, Spektrofotometrické stanovení chlorofylu a*. 1996.
- [12] ČSN 75 7221. *Jakost vod: Klasifikace jakosti povrchových vod*. Praha: ČNI, 1998
- [13] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *IS ARROW* [online]. 2013 [cit. - 03-29]. Dostupné z: <http://hydro.chmi.cz/isarrow/>
- [14] Povodí Odry. [online]. [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: <http://www.pod.cz>.
- [15] *Voda v České republice*. Praha: pro ministerstvo zemědělství vydal Consult, 2006, 253 s. ISBN 80-903-4821-1.
- [16] Řešit problém s Olešnou neznamená odbagrovat sediment. *Frydek-Místek* [online]. 2010 [cit. 2013-03-30]. Dostupné z: <http://www.frydek-mistek.cz/cz/navstevnik/0676935-b-resit-problem-s-olesnou-neznamena-odbagrovat-sediment-b.html>
- [17] CICHÁ, Irena. *Stonávka od pramene po ústí: Stonawka od źródła do ujścia*. Vyd. 1. Český Těšín, 2004, 168 s. ISBN 80-239-3850-9
- [18] KADLEC, Jiří. Průtok - Odra, Svinov. *Grafy.plaveniny* [online]. 2013, 19.4.2013 [cit. 2013-04-20]. Dostupné z: <http://grafy.plaveniny.cz/cz/prutok/odra/ostrava-svinov/20071231/364d.aspx>
- [19] DESORTOVÁ, Blanka. *VTEI: Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*. Praha: Vodní hospodářství, 2010, roč. 52, č. 3. ISSN 0322- 8916. Dostupné z: http://www.vuv.cz/fileadmin/user_upload/pdf/vtei/2010/vtei2010_03.pdf

- [20] DESORTOVÁ, B. & PUNČOCHÁŘ, P. Variability of phytoplankton biomass in a lowland river: Response to climate conditions. *Limnologia - Ecology and Management of Inland Waters*. Berlin: Akademie-Verlag, 2011, vol. 41, pp. 160-166..
- [21] NEAL, C., HILTON, J., WADE, A.J., NEAL, M., WICKHAM., H. Chlorophyll-a in the rivers of eastern England. *Science of The Total Environment*. 2006, vol. 365, pp. 84-104.
- [22] ŽÁKOVÁ, Z. Změny trofického potenciálu a koncentrace chlorofylu a v řece Jihlavě a v nádržích Dalešice a Mohelno od jejich napuštění. *Czech Phycology*. 2002, vol. 2, pp. 115-124

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Struktura chlorofylu, zdroj [5]	14
Obrázek 2 Monitoring fosforu, zdroj [14]	18
Obrázek 3 Monitoring chlorofylu a, zdroj [14]	19
Obrázek 4 Vybrané profily, zdroj [15]	20
Obrázek 5 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15]	49
Obrázek 6 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15]	49
Obrázek 7 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15]	50
Obrázek 8 Fosfor OECD (zdroj autor) [15]	50
Obrázek 9 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15]	51
Obrázek 10 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15]	51
Obrázek 11 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15]	52
Obrázek 12 Fosfor OECD (zdroj autor) [15]	52
Obrázek 13 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15]	53
Obrázek 14 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15]	53
Obrázek 15 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15]	54
Obrázek 16 Fosfor OECD (zdroj autor) [15]	54
Obrázek 17 Chlorofyl a ČSN (zdroj autor) [15]	55
Obrázek 18 Chlorofyl a OECD (zdroj autor) [15]	55
Obrázek 19 Fosfor ČSN (zdroj autor) [15]	56
Obrázek 20 Fosfor OECD (zdroj autor) [15]	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Mezní hodnoty evropské a české normy, zdroj[12,13].....	17
Tabulka 2 Porovnání profilů podle ČSN a OECD za určité období (zdroj autor).....	47

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 Chlorofyl a – pod nádrží Žermanice (zdroj autor).....	24
Graf č. 2 Fosfor – pod nádrží Žermanice (zdroj autor).....	24
Graf č. 3 Chlorofyl a - Ostrava (zdroj autor)	24
Graf č. 4 Fosfor - Ostrava (zdroj autor)	24
Graf č. 5 Chlorofyl a – Ústí do Opavy (zdroj autor).....	26
Graf č. 6 Fosfor – Ústí do Opavy (zdroj autor)	26
Graf č. 7 Chlorofyl a – Branky u Opavy (zdroj autor)	26
Graf č. 8 Fosfor – Branky u Opavy (zdroj autor)	26
Graf č. 9 Chlorofyl a – pod přehradou Kružberk (zdroj autor).....	27
Graf č. 10 Fosfor – pod přehradou Kružberk (zdroj autor)	27
Graf č. 11 Chlorofyl a – pod přehradou Slezská Harta (zdroj autor).....	27
Graf č. 12 Fosfor – pod přehradou Slezská Harta (zdroj autor)	27
Graf č. 13 Chlorofyl a – pod nádrží Morávka (zdroj autor)	29
Graf č. 14 Fosfor – pod nádrží Morávka (zdroj autor)	29
Graf č. 15 Chlorofyl a – Jakubčovice (zdroj autor)	31
Graf č. 16 Fosfor – Jakubčovice (zdroj autor)	31
Graf č. 17 Chlorofyl a – Svinov (zdroj autor).....	31
Graf č. 18 Fosfor – Svinov (zdroj autor)	31
Graf č. 19 Chlorofyl a – Petřkovice + Černý potok (zdroj autor).....	32
Graf č. 20 Fosfor – Petřkovice + Černý potok (zdroj autor).....	32
Graf č. 21 Chlorofyl a – Bohumín (zdroj autor)	32
Graf č. 22 Fosfor – Bohumín (zdroj autor).....	32
Graf č. 23 Chlorofyl a - pod přehradou Olešná (zdroj autor)	34
Graf č. 24 Fosfor – pod přehradou Olešná (zdroj autor)	34
Graf č. 25 Chlorofyl a – Ústí do Ostravice (zdroj autor).....	34
Graf č. 26 Fosfor – Ústí do Ostravice (zdroj autor).....	34
Graf č. 27 Chlorofyl a – Třinec (zdroj autor)	36
Graf č. 28 Fosfor – Třinec (zdroj autor)	36
Graf č. 29 Chlorofyl a – Český Těšín (zdroj autor)	36
Graf č. 30 Fosfor – Český Těšín (zdroj autor).....	36
Graf č. 31 Chlorofyl a - Věrnovice (zdroj autor).....	37
Graf č. 32 Fosfor – Věrnovice (zdroj autor)	37
Graf č. 33 Chlorofyl a – Ústí do Odry (zdroj autor).....	37
Graf č. 34 Fosfor – Ústí do Odry (zdroj autor).....	37
Graf č. 35 Chlorofyl a – Třebovice (zdroj autor).....	39
Graf č. 36 Fosfor – Třebovice (zdroj autor).....	39
Graf č. 37 Chlorofyl a – Děhylov (zdroj autor)	39
Graf č. 38 Fosfor – Děhylov (zdroj autor)	39
Graf č. 39 Chlorofyl a – Soutok s Moravicí (zdroj autor)	40
Graf č. 40 Fosfor – Soutok s Moravicí (zdroj autor)	40
Graf č. 41 Chlorofyl a - Krnov (zdroj autor)	40
Graf č. 42 Fosfor – Krnov (zdroj autor).....	40
Graf č. 43 Chlorofyl a – pod přehradou Šance (zdroj autor)	42
Graf č. 44 Fosfor - pod přehradou Šance (zdroj autor).....	42
Graf č. 45 Chlorofyl a – Lískovec (zdroj autor)	42
Graf č. 46 Fosfor – Lískovec (zdroj autor)	42

Graf č. 47 Chlorofyl a – Paskov (zdroj autor)	43
Graf č. 48 Fosfor – Paskov (zdroj autor)	43
Graf č. 49 Chlorofyl a – Ústí do Odry (zdroj autor)	43
Graf č. 50 Fosfor – Ústí do Odry (zdroj autor)	43
Graf č. 51 Chlorofyl a – Ústí do Olše (zdroj autor)	45
Graf č. 52 Fosfor – Ústí do Olše (zdroj autor)	45
Graf č. 53 Chlorofyl a – Stonava (zdroj autor)	45
Graf č. 54 Fosfor – Stonava (zdroj autor)	45
Graf č. 55 Chlorofyl a – pod nádrží Těrlicko (zdroj autor)	46
Graf č. 56 Fosfor – pod nádrží Těrlicko (zdroj autor)	46